10 • 2023

www.radio.ru

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

СОЛНЕЧНЫЙ КАТЕР



НОВОГОДНИЕ СВЕТЯЩИЕСЯ ИГРУШКИ





НАСТЕННЫЕ ЧАСЫ-ТЕРМОМЕТР

• АВТОНОМНАЯ СВЕТОДИОДНАЯ ЛАМПА
• ДОРАБОТКА АУДИОСИСТЕМЫ
• РОБОТ-РИСОВАЛЬЩИК-2
• КОММУТАТОР ТОЧЕЧНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ

...и ещё 6 конструкций

10
2023

ISSN-0033-765X
9 770033 765009 23010


ЧЕСТНЫЙ ЗВУК от компании "Урал"
на выставке MIMS Automobility Moscow 2023
(см. статью на с. 29)
ГАГАРИН
Акустика от компании "Урал" для любых автомобилей!
УРАЛ
Памятник Сергею Бодрову в образе Данилы Багрова из фильма Алексея Балабанова "Брат" и "Брат-2", как выражение принципов работы компании "Урал": Честность, Доверие и Помощь.
УРАЛ МАСТЕР
Акустика от компании "Урал" для активного отдыха!
Акустика от компании "Урал" для байков!
ИММЕРСИВНЫЙ звук на 296 динамиках УРАЛ для всех!
УРАЛ. РУССКАЯ СТЕНА.
Симфония Звуковой Мощи: 296 динамиков
Мощная звуковая стена-панорама
от компании УРАЛ.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке.

- Настенные часы-термометр на микроконтроллере PIC16F684 (см. статью на с. 38).
- Самодельные новогодние светящиеся игрушки из неисправных светодиодных ламп (см. статью на с. 51).
- Солнечный катер (см. статью на с. 56).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ЛАМПОВАЯ ЦМУ
СЕНСОРНЫЙ ЗВОНОК
МИНИ-ДРЕЛЬ ИЗ МИКРОСКОПА
РАЗРЯДНО-ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

Тираж журнала «Радио» № 9 сдан для рассылки подписчикам 05.09.2023 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18.
E-mail: **ref@radio.ru**
Приём статей — e-mail: **mail@radio.ru**
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39
Наши платёжные реквизиты:
получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 22.09.2023 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.
Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 03067-23 .

Вещи обретают интерфейсы

Часть 3

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

> *"Шум ещё ничего не доказывает: порой курица снесёт яйцо, а кудахчет так, словно снесла целую планету".*
>
> **Марк Твен**

Один из ключевых факторов развития отечественного рынка IoT — это развитие сетевой инфраструктуры и оборудования. Согласно решению Госкомиссии по радиочастотам (ГКРЧ) РФ, с 1 декабря 2021 г. в России можно использовать только то оборудование (или базовые станции), которое выпустили отечественные компании. Этому оборудованию комиссия присваивает особый статус телекоммуникационного оборудования российского происхождения (ТОРП). Соответственно разработаны и новые отечественные радиотехнологии.

NB-Fi

NB-Fi — это разработанная компанией WAVIoT технология радиосвязи класса LPWAN. Радиотехнологии LPWAN делятся на широкополосные и узкополосные. Так, в широкополосных системах один канал занимает полосу в эфире шириной, как правило, от 100 кГц до нескольких мегагерц, а в узкополосных системах один канал занимает полосу в эфире шириной от 50...100 Гц.

Одним из достоинств узкополосных систем, таких как NB-Fi, является эффективное использование радиочастотного спектра. В России для работы в нелицензируемом диапазоне частот доступна лишь небольшая полоса частот шириной 500 кГц (868,7...869,2 МГц), однако при ширине рабочего канала NB-Fi-системы всего 50 или 100 Гц таких каналов даже в ней можно уместить тысячи. При этом рабочая полоса частот NB-Fi-устройств для восходящих сигналов (Uplink, от устройства к базовой станции) составляет всего 50 кГц, для нисходящих сигналов (Downlink, от базовой станции к устройству) — 100 кГц, т. е. только небольшую часть доступного диапазона. Узкополосный сигнал и высокая энергетика на каждый бит передаваемой информации обеспечивают высокий энергетический потенциал канала связи и высокую помехоустойчивость.

Ключевая возможность высокочувствительного приёмника базовой станции NB-Fi — это способность принимать сигнал с низким отношением сигнал/шум, даже когда уровень сигнала не превышает уровень шума.

Все устройства WAVIoT с двухсторонней связью поддерживают адаптивное изменение скорости передачи сигнала и при хорошем уровне принимаемого сигнала устройства автоматически переходят на более высокую скорость передачи данных, что позволяет не только освободить эфир, но и дополнительно снизить электропотребление на стороне абонента.

Стандарт NB-Fi поддерживает до 4,3 млрд устройств в одной сети, и каждому устройству присваивается идентификатор размером 32 бита. В целях оптимизации механизмов передачи малых объёмов данных в NB-Fi не используется IP-адресация (IPv4, IPv6). IoT-устройства, такие как датчики, могут передавать очень малые объёмы данных, всего несколько байт. Учитывая, что минимальный размер IP заголовка 20 байт, подход Non-IP Data Delivery (NIDD)

(отказ от поддержки IP-стека) ведёт к упрощению и удешевлению устройства. Обмен данными между устройствами и серверами приложений происходит посредством IoT-платформы WAVIoT.

XNB

При фиксированной мощности передатчика модуляция с более высокой скоростью передачи данных порождает более широкополосный, но менее энергоёмкий сигнал. Отношение сигнал/шум определяет надёжность и дальность связи. Проблема увеличения дальности заключается в том, что невозможно добиться узкополосного сигнала, снизив скорость передачи на прикладном уровне, поскольку многоуровневая сложность коммуникационного стэка, кодирование и другие факторы приводят к "размыванию" спектра.

XNB (Extended Narrow Band) разработан для обмена данными устройств на больших распределённых территориях с минимальными энергетическими затратами и представляет собой переработку протокола связи "Стриж" на физическом уровне, где используется модуляция DBPSK. Ширина полосы канала передающего устройства при этом составляет 100 Гц при минимальной скорости передачи данных 50 бод. Узкополосный сигнал и высокая энергетика на каждый бит передаваемой информации обеспечивают высокий энергетический потенциал канала связи и высокую помехоустойчивость. Ширина доступного спектра — 500 кГц. Для передачи сигналов XNB доступно до 5 тыс. узкополосных каналов.

Протокол XNB адаптирован для передачи сигнала на частоте 868,8 МГц (не требует лицензирования). Передача сигнала при мощности до 25 мВт не требует разрешения. Дальность связи — от 10 до 40 км.

Впрочем, что бы ни говорили многочисленные приверженцы многочисленных стандартов радиоинтерфейсов IoT, сегодня на этом рынке у всех из них есть серьёзный конкурент — существующие сети мобильной связи.

Мобильная связь IoT/M2M

Технология M2M актуальна для компаний любых разновидностей бизнеса, использующих SIM-карты операторов мобильной связи в своих устройствах и оборудовании. Одним из основных преимуществ услуги является простота её подключения, которое можно осуществить быстро, без дорогостоящей прокладки инфраструктуры и практически где угодно, включая места, куда почти невозможно провести кабель (было бы радиопокрытие). Но главное преимущество, а точнее, суть услуги, — возможность беспроводного удалённого управления сетью устройств с установленной SIM-картой.

Работа осуществляется в лицензированных диапазонах, что, кстати, абсолютно не волнует владельца устройств IoT/M2M, потому что его сеть является наложенной на работающую сеть мобильной связи.

О недостатках решения IoT/M2M говорилось ранее, но стоит повторить: использование значительных ресурсов пропускной способности сети мобильной связи для относительно небольших потребностей каждого подключённого устройства может превратиться в довольно дорогое удовольствие как для одной, так и для другой стороны. Тем не менее, если ваши вещи находятся, к примеру, на разных континентах, M2M будет для вас хорошим решением. Впрочем, есть и ещё проблемы.

Если речь идёт о какой-то более массовой истории либо о серийном оборудовании, то использование обычной SIM-карты имеет ряд недостатков. Со временем контакты в SIM-слоте окисляются, а установка, обслуживание и замена SIM-карт при большом числе устройств становятся затруднительными и затратными.

Проблемы с надёжностью SIM-карты решают путём использования SIM-чипа стандарта MFF2 (его роль аналогична роли стандартной SIM-карты), который впаивается при производстве в оборудование и вместе с иными элементами для защиты от агрессивной внешней среды может покрываться защитным слоем лака. В дополнение SIM-чип позволяет уменьшить габариты оборудования и улучшить надёжность и отказоустойчивость.

Впрочем, и тут не без проблем. В соответствии с законодательством РФ операторы связи передают своим абонентам SIM-карты/чипы только после заключения договора на оказание услуг связи. При перепродаже IoT/M2M оборудования с впаянным SIM-чипом его нельзя изъять и установить новый, поэтому требуется корректное перезаключение указанного договора на каждый SIM-чип с новым пользователем оборудования или корректное заведение в ЕСИА (Федеральную государственную информационную систему "Единая система идентификации и аутентификации").

Поскольку обычная SIM-карта и SIM-чип не позволяют изменить владельца без похода к оператору связи и замены физического носителя, появилась технология eSIM, которая позволяет удалённо "перепрошить" устройство и загрузить туда новый абонентский профиль. Это упрощает процедуру тестирования устройств IoT, снижает себестоимость и затраты на логистику и обслуживание SIM-карт, повышая надёжность оборудования. На текущий момент в мире есть две технологии eSIM от GSMA (Всемирная ассоциация GSM): eSIM Consumer и eSIM M2M.

Технология eSIM Consumer — технология для смартфонов, когда для "загрузки SIM-карты" требуется сканировать QR-код.

Технология eSIM M2M подразумевает под собой систему, которая состоит из нескольких составляющих:

— eUICC-чипы для IoT/M2M, установленные в оборудование на заводе-изготовителе;

— система RSP (Remote SIM Provisioning), установленная у оператора связи для организации загрузки "по воздуху" цифровой SIM-карты в eSIM-чип.

eUICC (чип/карта) выглядит как обычная SIM-карта/чип, но внутри имеет другую аппаратную и программную начинку, которая работает по стандарту SGP.02 (Remote Sim Provisioning для eSIM M2M), т. е. поддерживает технологию eSIM M2M. В соответствии со стандартом SGP.02 eSIM-чип позволяет удалённо выполнять операцию, аналогичную установке новой SIM-карты на оборудование.

Впрочем, индустрия мобильной связи не забыла об экономии сетевых ресурсов при обслуживании IoT и заготовила соответствующий пакет изменений в стандартах 3GPP.

EC-GSM-IoT

IoT с расширенным покрытием на базе стандарта GSM (EC-GSM-IoT — Extended Coverage Global System for Mobile IoT или EC-GPRS) — один из стандартов LPWAN консорциума 3GPP, который работает в лицензируемом диапазоне.

Этот пакет изменений предусматривает сравнительно небольшие коррекции относительно базовой технологии GSM/GPRS/EDGE, что позволяет использовать подавляющее большинство установленных базовых станций GSM без замены или модернизации аппаратного обеспечения, а только с программным обновлением.

Фактически используется стандартная несущая GSM/GPRS/EDGE с изменениями, позволяющими увеличить бюджет линии, число подключённых устройств и снизить стоимость реализации технологии в конечном устройстве.

Основные дополнения:

— Extended DRX (eDRX, Extended Discontinuous Reception) и Power Saving Mode (PSM) — снижение периодичности обязательных сигнальных сообщений, оптимизация интервалов приёма и получения информации, поддержка длительных, до 52 мин., периодов молчания, в течение которых устройство остаётся подключённым к сети, не передавая и не получая информацию;

— Extended coverage — адаптация канального уровня сети, использующая, в том числе, многократное повторение передаваемой информации для улучшения покрытия по сравнению с традиционными системами;

— упрощение сетевой сигнализации (отказ от поддержки той части сигнализации, которая обеспечивает совместную работу с WCDMA/LTE сетями);

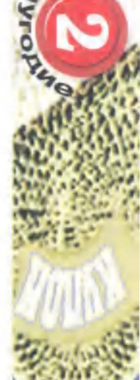
— расширение механизмов аутентификации и безопасности соединения и др.

Ключевое преимущество EC-GSM — в готовности сетевой инфраструктуры (в большинстве случаев требуется только обновление программного обеспечения на узлах сети), а также в распространённости сетей стандарта GSM и их охвате.

Впрочем, из вариантов обслуживания IoT с помощью сетей мобильной связи стандарт EC-GSM-IoT имеет наименьшее количество преимуществ.







eMTC

Технология eMTC называется также LTE-M/LTE-MTC (Machine Type Communication — машинная связь) или LTE Cat.M1.

Помимо полной совместимости с существующими сетями LTE, основное преимущество, выделяющее технологию eMTC и определяющее её рыночную нишу, — высокая пропускная способность, составляющая до 1 Мбит/с в направлении Uplink и Downlink. eMTC призван обеспечить снижение стоимости конечного IoT устройства за счёт отказа от множества функциональностей стандарта LTE, которые востребованы и широко применяются в сетях мобильного широкополосного доступа (МШПД), но становятся избыточными при массовом подключении IoT устройств. В общем, надо быть проще.

Стандартизация eMTC началась в Release 12 3GPP и продолжилась в Release 13 и 14. По сравнению с классическими LTE системами в eMTC определены:

— механизмы Extended DRX и PSM для LTE, которые призваны решить задачу снижения энергопотребления;

— TTI bundling (улучшает покрытие в Uplink) и множественные повторения пакетов, обеспечивающих повышение помехоустойчивости;

— введены новая категория LTE Cat.0 для IoT устройств и новый класс мощности 20 дБмВт;

— позиционирование (E-CID и OTDOA);

— групповое вещание (Multicast SC-PTM);

— межчастотная (interfrequency) мобильность;

— увеличение скорости передачи данных и пр.

eMTC имеет высокую степень готовности сетевой инфраструктуры (современные базовые станции выполняются по технологии SDR — Software Define Radio или программно-определяемое радио, позволяя работать в разных стандартах и различных радиочастотных диапазонах), благодаря чему может быть развёрнута на существующих сетях LTE путём простого обновления ПО. Более того, сети LTE для мобильного ШПД и IoT могут сосуществовать и динамически перераспределять используемые ресурсы (частотный спектр, вычислительную мощность базовой станции и др.) в зависимости от типа и числа подключённых устройств и создаваемого ими трафика.

NB-IoT

Narrowband IoT (NB-IoT или "Узкополосный Интернет вещей"), называемый ещё LTE Cat.M2, — третий стандарт LPWAN, выпущенный консорциумом 3GPP, имеет несколько кардинальных отличий от LTE-M. NB-IoT относится к так называемому CIoT, Cellular IoT (по терминологии 3GPP) или MIoT, Mobile IoT (по терминологии GSMA) и продвигается операторами сотовой связи и производителями соответствующего оборудования. Узкополосным (Narrow Band) этот вид связи назвали по сравнению с традиционным LTE, где используются существенно более широкие полосы частот (3, 5, 10, 15, 20 МГц), что позволяет разделить общий ресурс пропускной способности базовой станции между гораздо большим числом абонентских устройств.

NB-IoT предполагает меньшую пропускную способность — 250 кбит/с против 1 Мбит/с LTE-M. Вообще, сам принцип функционирования IoT не предполагает значительного обмена информации с устройствами, а соответственно приводимые значения весьма условны и достигаются при высоком качестве радиосигнала. Другое отличие заключается в том, что стандарт NB-IoT основан на модуляции с расширением спектра методом прямой последовательности (DSSS), так что он не связан с LTE, как LTE-M. К тому же стандарт не ограничивает используемые полосы диапазоном LTE.

Самое важное в NB-IoT — возможность работы при более низких уровнях сигнала и при высоком уровне шумов, а также экономия источника питания. Также NB-IoT предназначен для передачи коротких сообщений, и от него не требуется передача аудио-видеоконтента, больших файлов и прочего. На физическом уровне есть определённые особенности, которые помогают обеспечить необходимые характеристики:

— общая полоса для NB-IoT ограничена шириной в 180 кГц;

— радиотракт пользовательского устройства имеет всего одну антенну, приёмник и передатчик;

— передача и приём разнесены по времени, т. е., по сути, реализован полудуплексный режим;

— возможность передавать в направлении Uplink на одной поднесущей;

— используемые типы модуляции ограничены BPSK и QPSK;

— переповторы передаваемого сигнала (coverage enhancement).

Для NB-IoT могут использоваться практически все те же диапазоны частот, что и для 2G/3G/4G: 800 МГц, 900 МГц, 1800 МГц. Более высокие частоты смысла использовать нет из-за большего затухания сигнала.

Если сравнивать возможности NB-IoT с другими технологиями построения глобальных сетей IoT, такими как eMTC, SigFox и LoRa, то NB-IoT обеспечивает более высокую производительность. Кроме того, когда все технологии рассматриваются с точки зрения инвестиций в сеть, обеспечения радиопокрытия, ёмкости и надёжности сети, видно, что NB-IoT является наиболее подходящей технологией.

3GPP определил три сценария развёртывания радиоканалов NB-IoT:

— в защитной полосе между каналами — Guard Band;

— внутри существующих каналов — In Band;

— автономное развёртывание — Standalone.

Standalone в основном использует отдельный диапазон частот, разворачивание в режиме Guard Band осуществляется с использованием полосы частот, зарезервированной в качестве защитной полосы между существующими каналами сети LTE, разворачивание в режиме In Band реализуется в тех же ресурсных блоках, что и существующая LTE-сеть.

Стандартизация NB-IoT началась с Release 13 3GPP и продолжилась в последующих, включая:

— позиционирование (OTDOA и UTDOA);

— групповое вещание (Multicast SC-PTM);

— новый класс мощности (14 дБмВт);

— мобильность;

— новые механизмы, призванные дополнительно уменьшить энергопотребление.

NB-IoT ориентирован, скорее, на неподвижные (стационарные) устройства, так как в этом режиме не поддерживается автоматическое переключение между сотами (handover). При перемещении в другую соту устройству NB-IoT придётся снова регистрироваться в сети. Таким образом, NB-IoT предназначается в первую очередь для таких приложений, как автоматический сбор показаний со счётчиков, датчиков, дистанционное управление уличным освещением и т. п. В отличие от NB-IoT, другая ветка CIoT — LTE-M поддерживает как переключение между сотами, так и обеспечивает в несколько раз большие скорости приёма/передачи.

В NB-IoT возможны большие задержки связи при использовании режимов энергосбережения. Дело в том, что оконечное устройство, находясь в режимах энергосбережения, оказывается недоступно со стороны сети (сервера приложений).

В целом считается, что NB-IoT — более эффективный протокол IoT для более быстрых приложений. Сеть на базе NB-IoT также может быть развёрнута на существующих сетях LTE путём простого обновления ПО, и, если этого пока не сделано, значит, операторы мобильной связи просто пока не видят большого числа потенциальных клиентов, оставляя нишу IoT на откуп операторам LPWAN из нелицензируемого радиочастотного пула. Там, где они увидят выгоду, оперативно внедрят новые технологии, предоставив лучшие условия и лучшее качество. Не стоит забывать, что нелицензируемые диапазоны имеют относительно узкие полосы частот, что подчас приводит их пользователей к взаимным помехам (не только случайным) и различным коллизиям, причём без претензий к источникам последних.

Кстати, на рубеже 2008 г. и 2009 г. произошёл переход от Интернета людей к IoT, когда число подключённых к сети предметов превысило число людей, как в Интернете, так и на планете. Сравнительные технические характеристики некоторых распространённых стандартов IoT приведены в **таблице** (источник — URL: **https://waviot.ru/technology/about-NB-Fi/?ysclid=lj5etg1qls629245604** (24.06.23)).

	NB-Fi	Sigfox	LoRaWAN	NB-IoT
Топология сети	Звезда, возможна Mesh[1]	Звезда	Обычно звезда, возможна Mesh	Звезда
Техника модуляции	Узкополосная связь	Сверхузкополосная связь	Широкополосный сигнал	На основе LTE
Модуляция	DBPSK	BPSK	Chirp spread spectrum (CSS)	QPSK
Частоты	Нелицензируемые частоты	Нелицензируемые частоты	Нелицензируемые частоты	Лицензируемые LTE частоты
Ширина канала	50 Гц – 25 600 Гц	100 Гц	125 кГц	200 кГц
Число каналов в 50 кГц	1 024 (для ширины канала 50 Гц)	512	0	0
Число каналов в 500 кГц	10 240 (для ширины канала 50 Гц)	5 120	4	2
Максимальная физическая скорость передачи данных	25 600 бит/с	600 бит/с	5 470 бит/с	200 кбит/с
Двухсторонняя связь	Да, полный дуплекс для базовой станции, Полудуплекс для устройств	Ограничена, Полудуплекс	Да, Полудуплекс	Да, Полудуплекс
Максимальное число сообщений в день	Для UL: 3 млн, общий объем данных – до 20 Мбит на 1 базовую станцию Для DL: 100 тыс., общий объем данных – до 10 Мбит на 1 базовую станцию	Для UL: 140 Для DL: 4	Такое же число, как у NB-Fi, нет точных данных[2]	Безлимитная
Макс. длина группового пакета сообщений	240 байт	12 байт (UL), 8 байт (DL)	243 байт	1600 байт
Расстояния	10 км (город), 40 км (открытое пространство)	10 км (город), 40 км (открытое пространство)	5 км (город), 20 км (открытое пространство)	1 км (город), 10 км (открытое пространство)
Шифрование	Да («Магма», 256 бит)	Да (AES 128 бит)	Да, опциональное согласно ПНСТ 516-2021	Да (на основе LTE шифрования)
Адаптивное изменение скорости	Да	Нет	Да	Нет
Стандартизация	NB-Fi утвержден Росстандартом как Национальный Стандарт (ГОСТ Р 70036-2022)	Sigfox находится на этапе публичного обсуждения для утверждения в качестве предварительного Национального Стандарта	LoRaWan утвержден как предварительный Национальный Стандарт (ПНСТ 516-2021)	NB-IoT утвержден как Национальный Стандарт (ГОСТ Р 59026-2020)
Эффективность использования батареи	Высокая Сообщения состоят преимущественно из полезных данных	Высокая Сообщения состоят преимущественно из полезных данных	Низкая Сообщения состоят преимущественно из служебных данных	Низкая Сообщения состоят преимущественно из служебных данных

Источники: [1] A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment, https://doi.org/10.1016/j.icte.2017.12.005; [2] Стандарт ПНСТ 516-2021, каталог ФГБУ «РСТ»; [3] Анализ компании WAVIoT

[1] При использовании NB-Fi трансивера, Mesh – прямое взаимодействие между устройствами
[2] Согласно отчету [1] – безлимитный, однако имеет те же ограничения, что и NB-Fi

5G

Сети мобильной связи пятого поколения (5G) впервые были изначально спроектированы в том числе и для обслуживания экосистемы IoT. При этом они обеспечивают более чем 100-кратное увеличение пропускной способности сети, попутно решая задачи значительного увеличения скорости передачи данных (от 50 Мбит/с до 1 Гбит/с), значительного увеличения ёмкости сети с возможностью подключить гораздо больше устройств (в том числе устройств IoT, не требующих каких-либо огромных скоростей передачи данных) и значительного сокращения времени отклика. Оборудование 5G может использовать любые неиспользованные полосы радиоспектра, объединяя их ресурсы благодаря технологии агрегации несущих (Carrier Aggregation).

В сетях 5G используются два основных диапазона частот: от 400 МГц до 6 ГГц и от 24 до 50 ГГц. Одна базовая станция 5G, работающая на частоте 400 МГц, сможет охватывать связью многие десятки километров территории. Благодаря использованию технологии Massive MIMO одна базовая станция также может обслуживать гораздо большее число одновременно подключённых устройств благодаря возможности управлять диаграммой направленности антенн.

Для быстрого развёртывания сетей 5G операторы используют во многих странах более низкие частоты и покрывают сразу огромные территории, что составляет серьёзную конкуренцию остальным членам семейства LPWAN.

6G

В следующем поколении мобильной связи, работы над которым уже начались, скорости увеличатся, а пропускные способности расширятся. В целом, экосистема 6G будет использовать широкий диапазон частотных диапазонов от 6 ГГц до 1 ТГц.

И люди, и машины чувствительны к задержкам в доставке информации (хотя и в разной степени). Своевременность доставки информации будет иметь решающее значение для сильно взаимосвязанного общества будущего.

Предыдущие поколения беспроводных сетей в основном фокусировались на пропускной способности канала, т. е. того, какой объём данных можно через него пропустить в единицу времени. В 6G, наоборот, больше внимания будет уделено задержкам сигнала, что выливается в то, сколько времени надо на реакцию и обучение сети. Типичное применение — аналитика на границе сети для Индустрии 4.0, например, граничные устройства IoT, взаимодействующие с дополненной реальностью. Но это дело будущего, которое нам обещают примерно к 2030 г.

Ну, а пока в заключение отметим, что на всём приведённом выше развитие IoT лишь ускорилось в направлении IoB (Internet of Bodies — Интернет тел), IoNT (Internet of Nano-Things — Интернет нано-вещей), MIoT (Military Internet of Things — военный Интернет вещей), IoBT (Internet of Battle Things — Интернет боевых вещей), IoMT (Internet of Military Things — Интернет военных вещей), которым тоже будут нужны стандарты, радиоинтерфейсы и соответствующие экосистемы. И оборудование, входящее в ТОРП.

Интегральные схемы и полупроводниковые приборы в аудио- и видеотехнике компании Denon

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.

Компания Toshiba объединяет десятки различных корпораций, исследовательских центров, представительств, заводов и других подразделений в различных странах мира. Разработка и производство полупроводниковых приборов и микросхем в настоящее время входят в компетенцию корпорации Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation, выпускающей широкую номенклатуру полупроводниковых приборов и ИС. Производство микросхем и полупроводниковых приборов в настоящее время ведётся на заводах компании Japan Semiconductor Corporation, созданной в 2016 г. путём объединения фабрик Toshiba в префектурах Оита и Ивате, а также на других фабриках в Японии и других странах. На **рис. 14** показана панорама фабрик компании Kaga Toshiba Electronics Corporation в префектуре Исикава.

LC89057W — цифровой аудиоинтерфейс компании Sanyo Semiconductors (в 2011 г. вошла в состав компании ON Semiconductor). Микросхема предназначена для демодуляции и модуляции цифровых аудиосигналов, передаваемых через интерфейсы S/PDIF (стандарты IEC60958/61937, ГОСТ IEC60958-4-2014). В рассматриваемом AV-предусилителе микросхема принимает сигналы с коаксиальных и оптических цифровых аудиовходов.

Компания ON Semiconductor Corporation (ONSEMI, г. Феникс, штат Аризона, США), основанная в 1999 г. как дочернее предприятие компании Motorola, к настоящему времени существенно расширила свои производственные мощности за счёт ряда приобретений различных полупроводниковых компаний. ONSEMI располагает фабриками в США (штаты Нью-Йорк, Орегон, Пенсильвания), в других странах (Чехия, Малайзия, Япония). На **рис. 15** показана панорама завода GF East Fishkill в городе Ист-Фишкилл



Рис. 14

Рис. 15

Окончание. Начало см. в "Радио", 2023, № 9

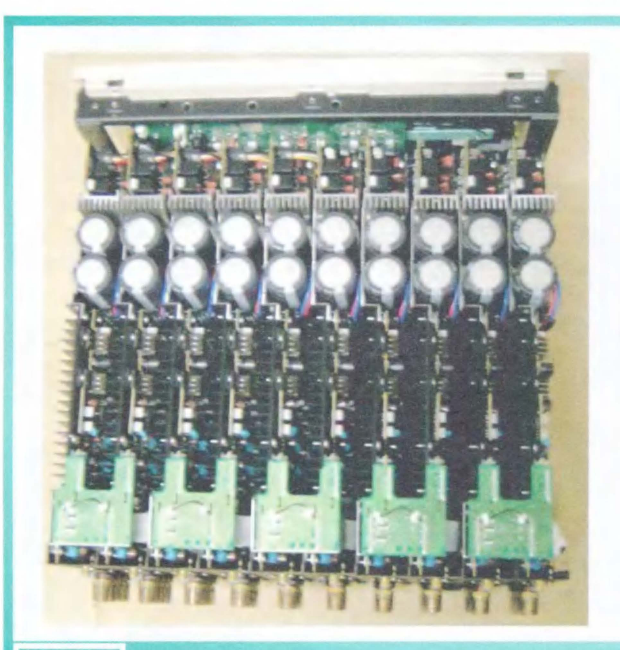
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

(штат Нью-Йорк), ранее принадлежавшего полупроводниковой компании Global Foundries.

Denon POA-A1HDCI — эталонный полностью конфигурируемый десятиканальный усилитель мощности (УМ), вид задней панели аппарата показан на **рис. 16**. Усилители всех каналов УМ полностью автономны и питаются от отдельных обмоток сетевых трансформаторов. Всего — восемь трансформаторов, четыре из которых обеспечивают питание выходных каскадов усилителя. В сочетании с рассмотренным выше предусилителем Denon AVP-A1HDCI УМ POA-A1HDCI может обеспечивать различные варианты озвучивания одной зоны (комнаты) в конфигурации 9.1 или 7.1, двух зон в конфигурациях 5.1 + 5.1 или 7,1 + 2.1. Основные технические характеристики POA-A1HDCI: выходная мощность на канал — 150 Вт/8 Ом, 300 Вт/4 Ом в полосе частот 20 Гц...20 кГц при THD = 0,05 %; полоса пропускания — 10 Гц...100 кГц; габариты/масса — 530×434×297 мм/60 кг, внутреннее устройство УМ показано на **рис. 17**.

Аналоговый звуковой тракт УМ выполнен в основном на дискретных компонентах, в отдельных каскадах используются ОУ BA15218F компании Rohm и SA5532ADR компании NXP.

Рис. 16



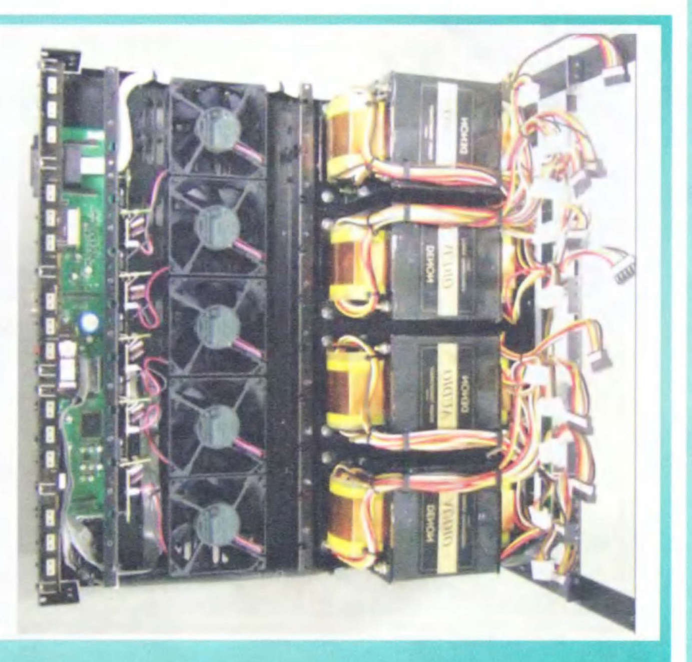


Рис. 17

Микросхемы BA..., BD..., BU... компании Rohm (г. Киото, Япония) хорошо известны ремонтникам и другим специалистам в области сервиса радиоэлектронной аппаратуры. Полупроводниковые приборы, ИС и другие радиоэлектронные компоненты компании широко используются в потребительской электронике, бытовой технике, автомобильной электронике, мобильных устройствах, компьютерах и другой аппаратуре. Компания располагает значительными мощностями по производству полупроводниковых приборов и микросхем. На **рис. 18** показано новое здание (введено в строй в 2022 г.) производственного комплекса Rohm Apollo Chikugo в городе Тикуго, префектура Фукуока.

Не менее широкое распространение получили и микросхемы компании NXP (г. Эйндховен, Нидерланды). В 2006 г. полупроводниковое подразделение концерна Philips — Philips Semiconductors было выделено в самостоятельную компанию и переименовано в NXP Semiconductors N.V. В 2015 г. в NXP влилась известная американская полупроводниковая компания Freescale Semiconductor. На предприятиях объединённой компании по всему миру работают десятки тысяч сотрудников. Объединённая компания NXP располагает большими производственными мощностями в разных странах: заводы ICN8 (г. Неймеген, Нидерланды), SSMC (Сингапур), Jilin Semiconductor (г. Цзилин, КНР), Oak Hill Fab (г. Остин, штат Техас, США), ATMC (г. Остин),



Рис. 18



Рис. 19

Рис. 20

MOTOFAB1 (г. Гвадалахара, Мексика) и др. На **рис. 19** показан новый завод (запущен в 2020 г.) Chandler GaN Fab (г. Чандлер, штат Аризона, США), завод обеспечивает производство 150-миллиметровых пластин из нитрида галлия (GaN) для выпуска мощных ВЧ GaN полевых транзисторов.

Для питания различных узлов УМ непосредственно на платах звукового тракта установлен ряд стабилизаторов напряжения:

NJM2831 — семейство стабилизаторов с малым падением напряжения (0,1 В) компании JRC. Стабилизатор отличается большим подавлением пульсаций (75 дБ) и малыми выходными шумами (45 мкВ), выходной ток — до 100 мА, выходное напряжение определяется конкретным исполнением микросхем (от 2,1 В до 15 В);

PQ20RX11, PQ30RV11 — маломощные низковольтные стабилизаторы с малым падением напряжения (не более 0,5 В) компании Sharp. Выходное напряжение стабилизаторов — от 3 В до 20 В (PQ20RX11), от 1,5 В до 30 В (PQ30RV11), ток в нагрузке — до 1 А.

В качестве коммутаторов входов УМ используются микросхемы TC94A46FG — коммутационная матрица компании Toshiba. Микросхема содержит три группы по десять трёхпозиционных ключей в каждой. Матрица позволяет направлять любой из подключённых источников на любой из десяти выходов УМ.

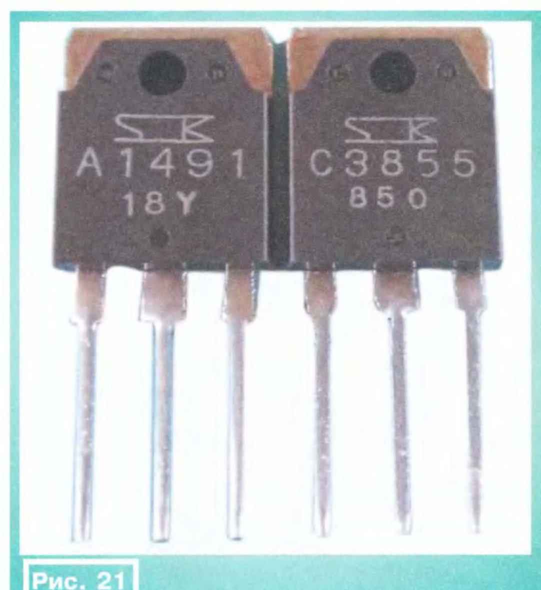


Рис. 21

Система управления усилителя мощности построена на основе микросхемы M3062LFGP, входящей в группу однокристальных 16-разрядных КМОП-микроконтроллеров M16C/62P компании Renesas Electronics. Процессорное ядро микроконтроллеров обеспечивает время исполнения инструкций 4,7 нс при тактовой частоте 24 МГц (всего 91 базовая инструкция) и содержит ПЗУ и ОЗУ (параметры определяются типами микросхем группы). Микроконтроллеры содержат АЦП (десять разрядов), ЦАП (восемь разрядов), двух- и трёхпроводные входные последовательные интерфейсы, различные таймеры, генераторы и другие устройства.

Все оконечные и предоконечные каскады УМ POA-A1HDCI выполнены по одинаковым схемам на дискретных компонентах, для примера на **рис. 20** приведён фрагмент схемы одного канала аппарата. Как видно из схемы, оконечные каскады усилителя выполнены на комплементарных парах транзисторов 2SC3855, 2SA1491 компании Sanken, по четыре параллельно соединённых транзистора в каждом плече. Внешний вид приборов показан на **рис. 21**.

Основные параметры транзисторов

Максимальное напряжение коллектор—эмиттер U_{CEO}, В 140
Максимальный ток коллектора I_C, А 10
Мощность, рассеиваемая на коллекторе P_C, Вт 100
Напряжение насыщения коллектор—эмиттер U_{CEsat}, В 2
Частота единичного усиления f_T, МГц .20
Коэффициент передачи тока h_{FE}, не менее 50

В предварительных каскадах УМ используются комплементарные пары транзисторов средней мощности 2SC4793, 2SA1837 (P_C — 25 Вт) фирмы Toshiba, в усилителях напряжения применены дифференциальные пары ВЧ (f_T — 300 МГц) транзисторов 2SA1546, 2SC2705 фирмы NEC.

Напряжение питания +70 В и –70 В для оконечных каскадов усилителей мощности аппарата обеспечивают мостовые выпрямители RBV-2506 с конденсаторами фильтра большой ёмкости 10000 мкФ × 80 В.

В заключение отметим, что дополнительно усложняет вопросы определения происхождения микросхем то обстоятельство, что многие IDM-компании производят свои продукты не только на своих предприятиях, но и на Foundry-заводах по конкретным партиям микросхем. Ещё более сложная картина наблюдается при попытках определения происхождения разнообразных электронных компонентов, производителями которых могут быть самые различные специализированные компании со всего мира. Таким образом, вопросы происхождения различных аппаратов повисают в воздухе, однозначного ответа на них дать невозможно. Покупателям аудиотехники высокого класса при её приобретении вне специализированных магазинов можно дать некоторые рекомендации.

Приобретать аппаратуру известных производителей, узнать о которых можно по информации специализированных журналов и ресурсов Интернета.

Сверять внешний вид передних и задних панелей аппаратов с соответствующей информацией, приведённой на сайтах производителей, в специализированных журналах и инструкциях по эксплуатации конкретных моделей. Как правило, поиск такой информации в Интернете не представляет особой трудности.

Оговаривать с продавцом возможность проверки работоспособности приобретаемой техники и возврата денежных средств при обнаружении неисправностей.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ШЕПТУХИН (R5GF), г. Липецк

РОССИЯ

ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛ. В Воронеже радиостанция Monte Carlo, вещающая на частоте 107,2 МГц, включила режим RDS (Radio Data System). В эфир передаются название радиостанции, исполнитель и название композиции. Во время рекламных блоков передаётся название радиостанции и номер телефона рекламного отдела (источник — URL: **https://vk.com/fmtv36?w=wall-24158102_7187** (20.08.23)).

ДНР и **ЛНР**. С 10 августа 2023 г. три радиостанции ГТРК ЛНР изменили своё название. Новое название "Своё радио"— "Своя волна", "Республика" — "Республика FM", "Вести Плюс" — "Время ФМ". Все радиостанции остаются вещать на своих прежних частотах (источник — URL: **https://vk.com/teleradioldnr?w=wall-134632126_42188** (20.08.23)).

ИВАНОВСКАЯ ОБЛ. "Радио Вера" начала вещание в Иванове на частоте 99,7 МГц (источник — URL: **https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_21440** (20.08.23)).

КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. В Зеленоградске началось вещание радиостанции "Юмор FM" в круглосуточном режиме на частоте 90,8 МГц (источник — URL: **https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/31801** (20.08.23)).

"Радио Спутник" запустило 7 августа 2023 г. своё вещание в Калининграде на частоте 87,7 МГц (источник — URL: **https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_21472** (20.08.23)).

***Примечание**. Время всюду – UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. 1 августа 2023 г. в Шерегеше началось вещание "Авторадио" на частоте 98,9 МГц, а также "Радио ENERGY" на частоте 101,7 МГц. Мощность передатчиков — 0,25 кВт (источник — URL: **https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/31897** (20.08.23)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. В Сочи с 7 августа 2023 г. "Авторадио" сменило частоту вещания, теперь радиостанция вещает на частоте 99,8 МГц. На прежней частоте вещания 101,1 МГц начала свою работу радиостанция Relax FM (источник — URL: **https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/31962** (20.08.23)).

КУРСКАЯ ОБЛ. 19 июля 2023 г. радиостанция "Маруся ФМ" начала вещание в Курске на частоте 91,7 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radioitv?w=wall-90495469_14809%2Fall** (20.08.23)).

МАРИЙ ЭЛ. "Радио Вера" начала вещание в Йошкар-Оле на частоте 88,7 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radioitv?w=wall-90495469_14845%2Fall** (20.08.23)).

МОРДОВИЯ. 31 июля 2023 г. в Саранске произошла замена радиостанций на частоте 103,2 МГц. Вместо "Дорожного Радио" своё вещание начало "Новое Радио" (источник — URL: **https://vk.com/vcfm2014?z=video-174056299_456239134%2F0ed2255074c3755e70%2Fpl_post_-174056299_1007** (20.08.23)).

МОСКВА и **МОСКОВСКАЯ ОБЛ.** 17 июля 2023 г. с полуночи вещание радиостанции "Звезда" на частоте 95,6 МГц в Москве переведено на Останкинскую телебашню. Мощность передатчика — 5 кВт (источник — URL: **https://vk.com/tvradiomsk?w=wall-194965312_7465** (20.08.23)).

1 августа 2023 г. "Наше Радио" начало вещание в г. Шатуре на частоте 91,4 МГц (источник — URL: **https://vk.com/tvradiomsk?w=wall-194965312_7628** (20.08.23)).

1 августа 2023 г. в Волоколамске был осуществлён переход вещания "Радио России" с частоты 66,71 МГц на частоту 93 МГц с передатчика мощностью 1 кВт, установленного на РТПС Шишкино. Вещание осуществляется в моно-режиме, RDS отсутствует.

Вещание "Радио России" в Москве продолжается на частоте 66,44 МГц, в Чехове — на частоте 65,9 МГц и в Наро-Фоминске — на частоте 70,94 МГц (источник — URL: **https://vk.com/tvradiomsk?w=wall-194965312_7643** (20.08.23)).

На частоте 94,2 МГц в Сергиевом Посаде состоялся запуск радиостанции "Вести FM". Передающее оборудование установлено на объекте телерадиовещания РТРС в населённом пункте Мишутино. Мощность передатчика — 100 Вт, вещание осуществляется круглосуточно со стереозвуком без RDS (источник — URL: **https://vk.com/tvradiomsk?w=wall-194965312_7666** (20.08.23)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. 27 июля 2023 г. филиал РТРС "Нижегородский ОРТПЦ" начал УКВ-трансляцию радиостанции "Русское радио" с радиотелевизионной станции "Лысково". Частота вещания — 91,1 МГц, время вещания — ежедневно с 02:30 до 22:00 (источник — URL: **https://nnovgorod.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/nizhegorodskiy-filial-rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-russkoe-radio-na-radiotelevizionnoy-st/** (20.08.23)).

ОРЛОВСКАЯ ОБЛ. В Орле 2 августа 2023 г. началось вещание радиостанции "Наше Радио" на частоте 91,5 МГц (источник — URL: **https://vk.com/club87728310?w=wall-87728310_2211%2Fall** (20.08.23)).

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. В г. Губахе начали своё вещание сразу две радиостанции радиохолдинга Krutoy Media. С 17 июля 2023 г. на частоте 99,7 МГц стартовало вещание Love Radio, а на частоте 93,7 МГц — "Радио Дача" (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/11068.htm** (20.08.23)).

На частоте 89,1 МГц в г. Кунгуре началось официальное вещание "Радио Ермак". Вещание ведётся в круглосуточном режиме с RDS. Это первая радиостанция, начавшая вещание в Кунгуре на верхнем УКВ-диапазоне (источник — URL: **https://vk.com/radiokungur?w=wall-49570168_2191** (20.08.23)).

В г. Чернушке на частоте 88,1 МГц началось вещание "Радио Дача" (источник — URL: **https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_21439** (20.08.23)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. 1 августа 2023 г. в г. Уссурийске на частоте 96,2 МГц начало вещание "Радио Шансон" (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/11112.htm** (20.08.23)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. 1 августа 2023 г. филиал РТРС "Самарский ОРТПЦ" ввёл в эксплуатацию два новых радиопередатчика УКВ-диапазона радиоканала "Губерния" по проекту "Создание наземной аналоговой эфирной радиотрансляционной сети". Они добавились к 19 существующим передающим станциям региона, которые транслируют программы "Самарского губернского радио" (радиоканала "Губерния"). Передатчики установлены на передающих станциях Самарского радиотелецентра РТРС совместно со специалистами ГБУ Самарской области "Региональный центр телекоммуникаций". Частота трансляции — 105 МГц, мощность передатчика — 500 Вт (источник — URL: **https://samara.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-guberniya-v-dvukh-novykh-naselennykh-punktakh-samarskoy-oblasti** (20.08.23)).

УДМУРТИЯ. 1 августа 2023 г. в Ижевске произошла замена радиостанции на частоте 105,7 МГц. Теперь вместо "Радио Шансон" на этой частоте вещает "Хит FM" (источник — URL: **https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_21430** (20.08.23)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АЗЕРБАЙДЖАН. Президент Азербайджана Ильхам Алиев подписал распоряжение о выделении финансовых средств на расширение сети радиовещания на территории Азербайджанской Республики (АР). Информация об этом размещена на официальном сайте главы АР. Согласно документу, с целью расширения сети радиовещания на территории Азербайджана на приобретение и установку оборудования, а также на улучшение материально-технической базы существующих станций вещания, создание необходимой инфраструктуры, поддерживающей обеспечение их устойчивой деятельности, из резервного фонда президента, предусмотренного в госбюджете на 2023 г., Министерству цифрового развития и транспорта будет выделено 13,7 млн манатов (источник — URL: **https://report.az/ru/vnutrennyaya-politika/na-rasshirenie-seti-radioveshaniya-na-territorii-azerbajdzhana-vydeleno-13-7-mln-manatov/** (20.08.23)).

ПАКИСТАН. В Пакистане планируется запустить DRM-вещание на средних волнах. Министр информации и радиовещания Марриюм Аурангзеб в воскресенье поздравила всю нацию, особенно радиослушателей, с запуском проекта по установке средневолнового передатчика "Радио Пакистана" мощностью 1000 кВт стандарта Digital Radio Mondiale (DRM) в г. Рават, Равалпинди (источник — URL: **https://www.app.com.pk/national/marriyum-felicitates-nation-on-launch-of-1000-kw-digital-drm-medium-wave-transmitter-project/** (20.08.23)).

РУМЫНИЯ. В связи с сокращением бюджета Совет директоров Румынского Радио принял решение о временном прекращении использования двух из пяти коротковолновых передатчиков Radiocom, транслирующих программы ИнтерРадио Румыния (ИРР — RRI), начиная с 1 августа 2023 г. Передачи можно будет принимать через передатчики, расположенные в Циганешти, Сафика (оба недалеко от Бухареста) и Гальбене (на востоке страны). Если бюджет Румынского Радио будет пополнен, вещание будет восстановлено на всех пяти передатчиках. Сложившаяся ситуация затрагивает программы ИРР на румынском, английском, французском, немецком, испанском, русском, арабском, китайском и иврите. Все эти передачи можно будет принимать с 1 августа 2023 г. только на одной частоте вместо двух. В связи с сокращением бюджета было также принято решение о снижении в два раза мощности вещания средневолновых передатчиков в ночное время, транслирующих программы новостного канала Радио Actualităţi и ряда региональных радиостанций. Расписание русской службы ИРР с 1 августа 2023 г.:

с 04.30 до 05.00 — на частоте 11800 кГц в направлении европейской части России;

с 13.00 до 14.00 — на частоте 13610 кГц в направлении Дальнего Востока России;

с 15:00 до 15:30 — на частоте 13660 кГц в направлении европейской части России

(источник — URL: **https://clck.ru/35Nuv7** (20.08.23)).

США. American Forces Network (AFN) отметило свой 80-летний юбилей. Свою деятельность радиостанция AFN начала 26 мая 1942 г. как Радиослужба Вооружённых Сил. С тех пор радиостанция вещала в эфире под разными названиями в отдалённых уголках мира, следуя за американскими вооружёнными силами, где бы они ни находились, будь то Япония, Германия, Ирак, Афганистан или даже на кораблях.

Хорошего приёма и 73!

Вышли в свет новые книги

Пшеничников А. П., Маликова Е. Е.
Будущие сети: роль информации, концептуальные основы. Учебное пособие для вузов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2022. — 100 с.: ил.
ISBN 978-5-9912-0965-6.

Рассмотрены роль информации в современном обществе и основы концепции Международного союза электросвязи "Будущие сети" — "Future Networks": основные цели и свойства будущих сетей, архитектура и свойства сетевой виртуализации, принципы энергосбережения в будущих сетях, умные всепроникающие сети SUN.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 — "Инфокоммуникационные технологии и системы связи".



Сычев В. В.
Прикладная оптика. Учебное пособие для вузов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2022. — 104 с.: ил.
ISBN 978-5-9912-0978-6.

Изложены теоретические основы и принципы построения оптических приборов для измерения физико-механических характеристик материалов и веществ. Дано описание некоторых типовых оптических приборов. Пособие написано в соответствии с утверждённой программой курса "Прикладная оптика".

Для студентов технических вузов, обучающихся по направлениям подготовки "Стандартизация и метрология" специализации "Метрология и метрологическое обеспечение" уровней бакалавра, магистра, специалиста. Будет полезно инженерно-техническим работникам, занимающимся разработкой и эксплуатацией оптико-электронных приборов.

Радиоприёмники семейства "Океан" и Selena

Часть 5

Планки переключателя диапазонов

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

В приёмниках "Океан"/Selena частотные диапазоны для приёма АМ-сигналов определяются параметрами диапазонных планок (ДП) в барабане переключения диапазонов (БПД). Хорошая надёжность механизма и контактов, простота конструкции и доступность ДП для сервиса и доработки позволяют адаптировать приёмник к современным требованиям или личным предпочтениям. В этом разделе приведены сведения для простого восстановления ДП, а опытному радиолюбителю предоставлены материал и идеи для индивидуальной адаптации.

1. Введение

Польза от бытового всеволнового радиовещательного приёмника в первую очередь определяется совокупностью принимаемых диапазонов. К сожалению, в радиоприёмниках "Океан-209" и "Океан-214" в части приёма КВ-диапазонов всё было сделано по "программе минимум" для советского радиослушателя. Перекрытие по частоте было небольшое, и не хватало высокочастотных КВ-диапазонов. Приёмники Selena с немного расширенным перекрытием по частоте в первую очередь шли на экспорт в западные страны, откуда они сегодня часто выкупаются обратно в отличном товарном виде. Ключевыми узлами для обеспечения частотного перекрытия являются ДП в БПД. Эта часть путешествия по "Океанам" и времени посвящена "ловле" радиоволн.

2. Общие сведения о доработке ДП

В рамках восстановления проводится минимальная доработка ДП в соответствии с нынешним частотным планом АМ-радиовещания. Приведённые ниже компоновки основаны на усреднённой картине большого числа разных типов радиоприёмников, и, вероятно, для получения наилучшего результата придётся менять большинство конденсаторов. Предыдущие владельцы могли уже внести свои изменения, это не редкость. Соответственно в схемах отдельно не отмечены элементы, требующие изменения номинала, а указаны нестандартные расчётные, но на практике проверенные номиналы. Диаметр отверстий в ДП позволит установить по два конденсатора для подгонки таких номиналов. Применена условная нумерация элементов.

ДП из приёмников ранее 1976 г. выпуска и из нулевой серии "Океан-209" не подходят к приёмникам выпуска после 1976 г. Они отличаются контактами подключения входного контура. Лучше бы выпаять их очень качественные компоненты для установки в ДП приёмников последних выпусков. Качественные ДП из приёмников выпуска 1977—1984 гг. можно применить в приёмниках выпуска после 1985 г., за исключением планки ДП-ДВ и самой магнитной антенны (МА) в её части ДВ-диапазона.

На заводе катушки подстраиваемой индуктивности (КПИ) были образцово изготовлены только в начале выпуска, примерно до 1977 г. Позже было внедрено множество производственных упрощений, и особенно после 1989 г. качество КПИ по сравнению с исходным ничего общего не имело. Это касается марки проводов, способов нанесения обмоток, "разгул" при создании отводов, размещение обмоток связи, отсутствие фиксации обмоток и пайки проводов к выводам.

Планки на ДП-ДВ и ДП-СВ после 1984 г. подвергались изменениям. На каркасе КПИ гетеродина поменялись местами выводы к транзистору гетеродина. Это нужно учесть при замене КПИ.

2.1. Измерение индуктивности

При доработке ДП сильно выручат современные RLC-измерители в виде пинцета.

При их приобретении надо обратить внимание на максимальную частоту измерительного напряжения (**рис. 1**). Эта частота должна быть не менее 10 кГц, чтобы уверенно различить доли микрогенри и пикофарады. Идеально было бы, чтобы частота измерительного напряжения была 20...100 кГц. Мой измеритель НВ-15 отечественного производства на частоте 100 кГц уверенно различает разницу в 10 нГн и 0,1 пФ. Этого достаточно для продвинутого налаживания УКВ-узлов. А если проводить калибровку перед измерениями и продумать условия измерения, точность будет даже намного лучше, и можно уверенно уловить разницу в 1 нГн и 0,01 пФ для компонентов УКВ- и СВЧ-диапазонов.

В последние годы появилось множество измерительных приборов для налаживания антенн и измерения АЧХ. С ними легко измерить индуктивности, многие приборы могут это делать напрямую. Если нет такого функционала, надо установить параллельно к искомой индуктивности конденсатор известной ёмкости, например 100 пФ, и этот параллельный контур подключить между выходом ГУН (50 Ом) и входом детектора (50 Ом) без кабелей и заземления. На резонансе наблюдаем острый и глубокий провал в АЧХ, и можно вычислить индуктивность катушки. Этот метод легко даст точность не хуже 5 %, этого нам вполне достаточно в данном проекте. Хорошо бы иметь образцовые конденсаторы (0,01...10 нФ) для измерений индуктивностей 200 мГн...0,1 мкГн.

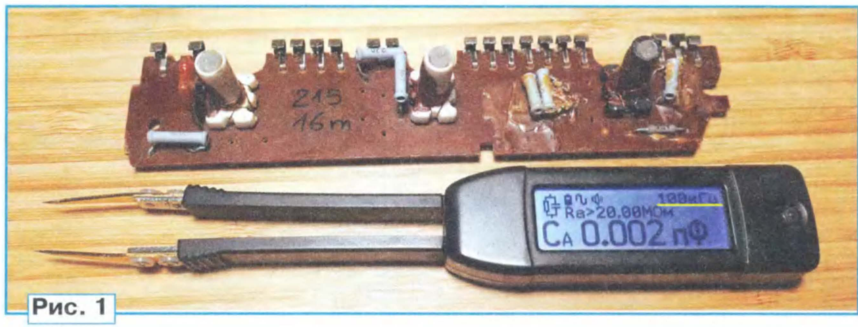


Рис. 1

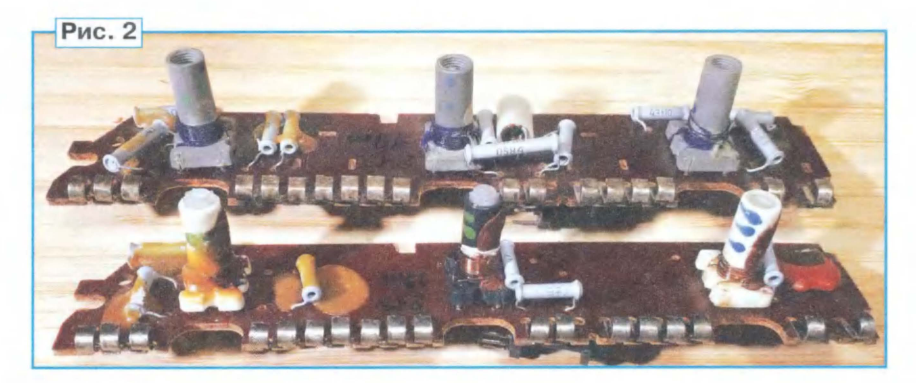
Преимущество этого метода — можно оценить качество индуктивности на будущей рабочей частоте, а также косвенно определить паразитную ёмкость катушки (резонанс без образцового конденсатора).

2.2. Документация на КПИ

Достаточно полная и обширная документация на эти приёмники была собрана по итогам производства "Океан-205" и проработки нулевой серии "Океан-209". После 1976 г. информация по КПИ и намоточным данным уже не актуализировалась. А с 1984 г. намоточные данные и значения индуктивностей вообще исчезли из общедоступной документации. Поэтому получается путаница для ремонтников и модернизаторов. В представленном материале всё сказанное относится к фактическому исполнению КПИ периода 1977—1992 гг., в 1993 г. были ещё изменения по КПИ для высокочастотных КВ-диапазонов.

В результате произошло упрощение на производстве. До 1976 г. КПИ для КВ тщательно намотаны проводом с шёлковой оплёткой, что обеспечивало оптимальное межвитковое расстояние, малую паразитную ёмкость и расчётную индуктивность. К тому же все отводы делались со скруткой, обмотки связи также были со скруткой. Сначала перестали правильно выполнять отводы, примерно с 1982 г. всё чаще использовали простой лакированный провод, но выдерживали межвитковое расстояние. До этого момента деградировала только добротность, открылись "лазейки" для помех во второй ВЧ-контур в обход входного контура. К 1987 г. стали мотать обмотки вплотную, поэтому при неизменённом числе витков индуктивности КПИ на КВ-диапазонах увеличились на 30...40 %. Так как конденсаторы не были адаптированы к этому изменению, мы увидим налаженные ДП, у которых в КПИ высовываются подстроечники, чтобы настроить штатные значения индуктивности. На **рис. 2** показаны ДП диапазона 19 метров (ДП-19). Для сравнения: на заднем плане — старое доброе качество 1984 г., а на переднем плане — "технический прогресс" 1992 г.

Выдвинутое положение подстроечников вредит вибрационной стабильности гетеродина, смеситель получает ослабленный сигнал из-за плохой магнитной связи между обмотками. Такое же ослабление сигнала получается и в контурах УВЧ, но тут слабая связь ухудшает селективное действие, так как вход УВЧ и вход смесителя менее привязаны к колебательному контуру.


Рис. 2

2.3. Восьмая ДП

Использование одной позиции в БПД для переключения на УКВ-диапазон можно оправдать только снижением себестоимости, но было бы жаль терять при модернизации возможность использования восьмой ДП. Ничего не мешает её установке, если решить вопрос переключения УКВ/АМ иным способом. Пользователи чаще всего просят на восьмую позицию установить ДП диапазонов 19 метров или 16 метров, редко 22 метра. Многих интересует разделение СВ-диапазона на два поддиапазона или возможность добавить расширение СВ-диапазона для приёма нелегальных СВ-станций. Восьмая ДП точно не будет лишней.

Переключение между УКВ-диапазоном и АМ-диапазонами легко осуществить с помощью переключателя узкой конструкции, который производит переключение питания узлов тракта. Для АМ-приёма нужно питать УВЧ и гетеродин, для УКВ-приёма — УКВ-блок и первый УПЧ. Аудиовыход переключается автоматически. Переключатель, например тумблер, идеально разместить прямо под окном индикации диапазона (**рис. 3**). Надпись сделана на стеклотекстолите FR4 толщиной 0,2...0,3 мм с чёрным защитным лаком и белой надписью. Позже, при установке модуля освещения, можно использовать светодиод для индикации режима УКВ-приёма.

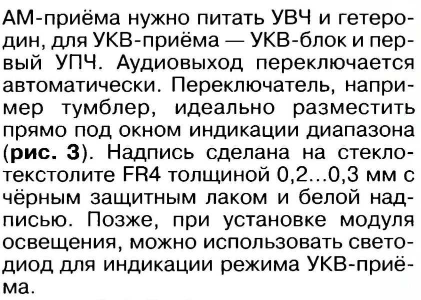




Рис. 3



2.4. Выбор антенны

Нынешняя обстановка в эфире характерна тем, что внутри здания присутствуют сильные помехи. По этой причине приём на ДВ и СВ с телескопической антенной (ТА) в сочетании с МА лишён всякого смысла, и конденсатор ёмкостью 10...27 пФ от МА к антенному разъёму нужно убрать, у МА не должно быть побочной проволочной антенны.

Большие антенны во всём диапазоне 1,6...18 МГц имеют большой перепад в комплексном импедансе. Если связь входного контура с внешней антенной будет слишком сильной, его резонансная частота существенно сместится. Поэтому надо убрать конденсатор ёмкостью 10...27 пФ, установленный между контактом 16 БПД и антенным разъёмом, который останется пока незадействованным. Позже заметим, что хорошо согласованная ТА принимает сигналы с хорошим качеством при выезде на природу.

Поэтому доработка всех ДП и входных контуров базируется исключительно на приёме на МА на ДВ-СВ и исключительно на ТА на УКВ и КВ и на слабом подключении внешней антенны без нарушения резонансов. Именно универсальное смешивание всего этого раньше погубило качество приёма.

2.5. Приём на КВ с внешней антенной

Внешнюю антенну с хорошей сигнальной энергетикой в современных условиях нужно подключать к приёмнику через коаксиальный кабель и с малой расстройкой входного контура. Для приёма с внешней активной антенной и её подключения на антенный разъём нужно отсоединить ТА от контакта 16 БПД, чтобы не ловить домашние помехи. Следовательно, ранее настроенный с ёмкостью ТА входной контур "страдает" от нехватки занесённой ёмкости.

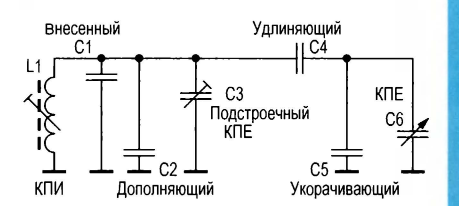


Рис. 4

Поэтому нужно после отсоединения ТА установить между контактами 16 и 18 БПД конденсатор ёмкостью 39...43 пФ, и тогда входной контур возвращается на правильную настройку.

2.6. Перестраиваемые колебательные контуры

Чтобы понимать все "рычаги" в расчётах, налаживании и компоновке ДП, рассмотрим базовую схему всех диапазонных резонансных контуров (**рис. 4**), это относится также к УКВ-контурам в УКВ-блоке.

Нужно отметить, что при малом значении ёмкости конденсатора С4 лучше бы переставить подстроечный конденсатор С3 к конденсаторам С5 и С6, чтобы более эффективно использовать изменение его ёмкости для налаживания с учётом погрешности конденсатора С6 и его соединительных проводов.

Очень важно отличать процесс разработки от процесса налаживания. При разработке выбрать сначала оптимальную индуктивность катушки L1. Это не простой процесс, и нужно отметить, что разработчики концепции приёмника "Океан" 50 лет назад решили эту задачу отлично, переделать тут нечего, берём как есть. Эту индуктивность при оптимальном положении подстроечника нужно использовать в расчётах как постоянный параметр, и только в самом конце расчётов при необходимости индуктивность можно подкорректировать на 1...2 %.

При налаживании ДП сначала при правильно рассчитанном контуре настраивают его с помощью катушки L1 на нижнюю частоту диапазона, а конденсатором С3 — на верхнюю частоту диапазона. При эмпирическом подборе "правильных" конденсаторов (без расчёта) нужно оставить L1 в лучшей по "магнитному" качеству настройке, конденсатор С3 — в среднем по ёмкости положении, конденсатором С4 устанавливают нижнюю частоту диапазона и конденсаторами С2 и С5 устанавливают верхнюю частоту. И только в самом конце катушкой L1 и конденсатором С3 осуществляют точную установку частот. Конденсатор С4 при увеличении его ёмкости расширяет диапазон перестройки и "удлиняет" шкалу в сторону низких частот. Конденсаторы С2 и С5, наоборот, при увеличении их ёмкости "укорачивают" шкалу у высокочастотного края.

Конденсатор С1 — это сумма всех "невидимых" ёмкостей, т. е. это ёмкости подключённых антенны, транзистора, смесителя, контактов, соединительных проводов и самой катушки (межвитковые ёмкости). Эти вносимые ёмкости мешают крайне широкому частотному перекрытию, могут вызвать "странное" смещение резонансной частоты контура. Конденсатор С2 относится к тонкой настройке схождения контуров, и его ставят в начале проектирования с минимальным номиналом (или не устанавливают вообще), а потом путём перераспределения ёмкостей между конденсаторами С2, С3 и С5 добиваются идеального схождения с другими контурами.

Для расчёта всех конденсаторов изначально подбирается "удобная" индуктивность. Этот выбор делается по многим разным параметрам. Можно для многих транзисторных приёмников исходить из того, что для КВ-диапазона на частоте 4 МГц выбирают индуктивность катушки в интервале 3...20 мкГн, а на частоте 18 МГц — в интервале 1...3 мкГн. Для остальных частот можно линейно интерполировать значения. Выбор индуктивности сильно повлияет на рабочую добротность и усиление, а также на плотность шкалы.

Далее нужно оценить природу конденсатора С1. Для входного ВЧ-контура это примерно 15...18 пФ, внесённые от выдвинутой ТА. Для выходного ВЧ-контура ёмкость С1 ≈ 3 пФ, от соединительных проводов на ДП. Для гетеродинного контура ёмкость С1 составляет 6...9 пФ от фазового сдвига в транзисторе и 3 пФ от соединительных проводов. Конечно, всё зависит от монтажа, транзистора и его режима, выдвижения ТА, но для качественной модификации и штатной эксплуатации указанные значения вполне правдоподобны. От этих ёмкостей никак не сможем избавиться, и они взяты в расчёт контуров ниже приведённых примеров ДП.

Существенная нагрузка гетеродинного LC-контура диодным смесителем (на КВ—ДВ это примерно 150...300 Ом) снизит действующую индуктивность контура на 3 % и сдвинет его частоту примерно на 1,7 % вверх. Поэтому гетеродин нужно всегда налаживать с работающим смесителем.

Для ДП на ДВ, СВ и двухдиапазонных ДП-КВ финальное налаживание УВЧ проводят в двух точках шкалы, примерно 15 % от её границ. На нижней частоте это делают с помощью КПИ, на верхней частоте — с помощью подстроечного конденсатора. Это повторяют несколько раз до правильного результата. В конце надо проверить оптимальность сопряжения и на середине шкалы.

В ДП рекомендуется установить новые конденсаторы из керамики NP0 (хотя бы в гетеродине), так как трёхсекционный КПЕ имеет ТКЕ = +300 ppm/K во всех положениях, а КВ-КПИ с подстроечником из феррита М100НН дрейфуют примерно с ТКИ = −600 ppm/K. На заводе установлены конденсаторы из керамики М150...М1500, что ухудшает и так нехорошую обстановку, и на частотах выше 9 МГц это мешает комфортной эксплуатации. В те годы не было доступных бюджетных конденсаторов с нулевым ТКЕ.

В архиве на сайте журнала выложен файл excel для быстрого расчёта номиналов контуров и оценки перестройки по частоте, но без детального учёта сопряжения контуров.

2.7. Направление намотки КПИ

В заводской документации указано направление намотки КПИ на каркасе. Нужно исходить из того, что мотали все обмотки по часовой стрелке, если смотреть сверху на ДП. Это был, наверное, важный момент при заводском монтаже излишне просторной разводки и обеспечивало лучшую достижимую развязку контуров, но далеко не максимальную. Однако, после упорядочения разводки и заземления, это всё уже не критично, и можно уже не соблюдать эти направления обмоток между разными КПИ, да и даже между катушками на одном каркасе. Даже на высокочастотных КВ-диапазонах я не смог с помощью измерений найти разницу по избирательности в зависимости от направления намоток между катушками. Куда весомее влияет хорошее исполнение выводов, отводов и заземления, расстояние между катушками на каркасе и симметричность обмотки смесителя. Следующее улучшение — это экранировка, особенно выходного ВЧ-контура, но не на этот раз.

2.8. Смеситель

Если изготовители компактных диодных смесителей стремятся к минимальным габаритам и максимальной симметрии, в приёмниках "Океан" и Selena это имело место только до нулевой серии "Океан-209". Смеситель размещён на главной плате с просторной разводкой, и к нему с помощью длинных проводов подключена выходная обмотка выходного ВЧ-контура. Ни в выходном ПЧ-трансформаторе, ни в обмотке выходного ВЧ-контура не выдерживается симметрия, в итоге главное преимущество диодного балансного смесителя — подавление чётных гармоник и сигнала гетеродина полностью не реализуется. Выходные обмотки от УВЧ к смесителю имеют нарушение симметрии до 30 % для ДП выше 6 МГц, т. е. смеситель подавляет побочные сигналы не более чем на 10 дБ. Вместо заявленных 2+2 витка обмотки к смесителю реально найдём 1,7+2,3 витка. На главной плате доработкой ПЧ-трансформатора и заменой диодов легко реализовать подавление 30 дБ, а обмотки на выходе УВЧ можно без проблем намотать с симметрией 5 % и получать примерно общее подавление 26 дБ, и это существенно подчистит фон при АМ-приёме. В качественном исполнении можно сделать обмотку к смесителю 0,5+0,5 витка, 1,5+1,5 витка и 2,5+2,5 витка с заземлением среднего отвода. Этот отвод должен находиться строго напротив выходных выводов. Если смеситель имеет свой симметрирующий трансформатор, можно реализовать одну обмотку на 1, 2, 3 или 4 витка для КВ-диапазонов.

2.9. Загадка из прошлого

Каково было бы путешествие по времени без загадки — это "странные" разрезы в крайних пластинах трёхсекционного КПЕ. В середине прошлого века появились высококлассные приёмники, где на ДВ и СВ принцип работы был основан на высокой добротности контуров. Соответственно существенно росли требования к их сопряжению при их перестройке одним многосекционным КПЕ. С помощью этих разрезов получаются лепестковые подстроечные конденсаторы, которые при выдвижении из пакета перестают участвовать в образовании ёмкости, и

можно на отдельных участках диапазона подкорректировать сопряжение контуров почти до идеала. Начинать такую подгонку надо при максимальной ёмкости КПЕ и всегда убирать лишнюю ёмкость у "ушедшего контура" с излишне низкочастотным резонансом. У качественных ламповых супергетеродинных приёмников эта процедура полезна для работы на СВ ниже частоты 900 кГц, а для КВ и ДВ полоса пропускания УВЧ достаточно большая по сравнению с ошибкой сопряжения. Для приёмников "Океан" и Selena и многих подобных бытовых приёмников такая подгонка уже не нужна, просто надо выровнять эти пластины.

2.10. Неравномерная шкала

Характерным моментом для приёмников с механической перестройкой является нелинейность шкалы. С КПЕ ёмкостью 16...435 пФ и его характерной срезанной формой пакета роторных пластин имеем следующую особенность — в колебательном контуре, где к КПЕ подключена ёмкость примерно 300 пФ, получается шкала, где по центру получается максимальная плотность радиостанций, а по краям — минимальная. Примерно так работают все однодиапазонные ДП-КВ, что очень комфортно. Грамотным выбором индуктивности КПИ в разумных пределах можно сместить максимум плотности к краям.

Если преднамеренно подобрать большую индуктивность КПИ, максимальная плотность шкалы будет на высокочастотном конце. Известный всем пример этому — это шкала СВ-диапазона, где на частоте более 1300 кГц сложно настроиться точно на радиостанцию. На двухдиапазонных ДП КВ-диапазона (ДП-49-41) это реализовано также на популярном "бытовом" диапазоне 49 метров, там шкала растянута, а на участке 41 метр шкала сжата. На ДП-75-50 очень малая контурная индуктивность приводит к растяжке шкалы вблизи частоты 6 МГц, сильно сжатая шкала — вблизи частоты 5 МГц и умеренно сжатая шкала — вблизи частоты 4 МГц. К 1993 г. были уменьшены индуктивности КПИ для высокочастотных КВ-диапазонов, шкалы диапазона 25 метров и выше стали более комфортными.

К сожалению, при разработке КПЕ для УКВ-блока не был предусмотрен скос пластин КПЕ, и поэтому на частоте более 100 МГц имеем сжатую шкалу, как бы ни подбирать индуктивность. В приёмниках "Океан" и Selena хороший привод КПЕ смягчает эту проблему. В начале 1970-х годов для перекрытия относительно небольшого диапазона 65...73 МГц нелинейность шкалы была некритичной.

2.11. Индуктивная ООС

На некоторых ДП у контакта 12 установлены "загадочные" дроссели с номиналом 40 мкГн для ДВ, 8 мкГн — для СВ и 2...0,15 мкГн — для КВ. Они создают в эмиттерной цепи УВЧ отрицательную обратную связь (ООС). Дроссель увеличивает входное сопротивление УВЧ почти без внесения дополнительного шума, как это имело бы место с резистором. К тому же этот дроссель снизит вредное усиление на КВ для ДП-ДВ и ДП-СВ, и на КВ этот дроссель уменьшает паразитный УКВ-приём. Этот дроссель нужен для транзисторов серии ГТ322 и отчасти для транзисторов серии КТ3126. При установке более качественных ВЧ-транзисторов этот дроссель может вызвать самовозбуждение на УКВ. Поскольку эти транзисторы шумят меньше, лучше бы дроссель заменить резистором сопротивлением 4,7...22 Ом и установить его прямо у транзистора. При приёме с большими антеннами надо установить увеличенный номинал до 100 Ом, это сделать индивидуально уже на каждой ДП.

2.12. Резонансная ТА

На заводе все ДП-КВ сконструированы по входу таким образом, что ТА "приходит" к контакту 16 БПД со своей пространственной и с монтажной ёмкостями. Ещё примерно 9 пФ добавляет УКВ-блок, и в результате суммарно получается 40...45 пФ при упорядоченной проводке. При резонансе входного контура эта ёмкость трансформируется к горячему концу и в соответствии с отводом от 67 % обмотки дополнительно вносит в колебательный контур ёмкость примерно 15...18 пФ. В указанных ниже новых компоновках ДП учтена эта ёмкость 18 пФ по умолчанию. В заводском варианте это плохо было учтено.

Для проверки приёмника при работе с ТА на КВ-диапазонах надо установить приёмник на стол в середине комнаты и выдвинуть ТА полностью. При правильной настройке входного ВЧ-контура прикосновение рукой к ТА должно уменьшить уровень принимаемого сигнала, который должен быть намного мощнее местных помех. Без такого сигнала этот "фокус" не сработает, так как с прикосновением сильно растёт уровень помех, и смещение резонанса не будет заметно по индикатору и на слух. Затем надо проверить оба ВЧ-контура на их лучшее сопряжение и по краям диапазонов. Надо быть внимательным при настройке "на слух" по подъёму уровня шума, так как имеется опасность настройки на зеркальную частоту приёма.

Проверка на подавление зеркального приёма на КВ через ТА осуществляется на расстояние не менее 2 м между ТА и излучающей мини-антенной (провод длиной 30 см), подключённой к выходу ВЧ-генератора. На частоте приёма надо генератором установить минимальный уровень уверенно принимаемого сигнала, а потом на зеркальной частоте увеличивать уровень сигнала до того же показания индикатора. Для проверки

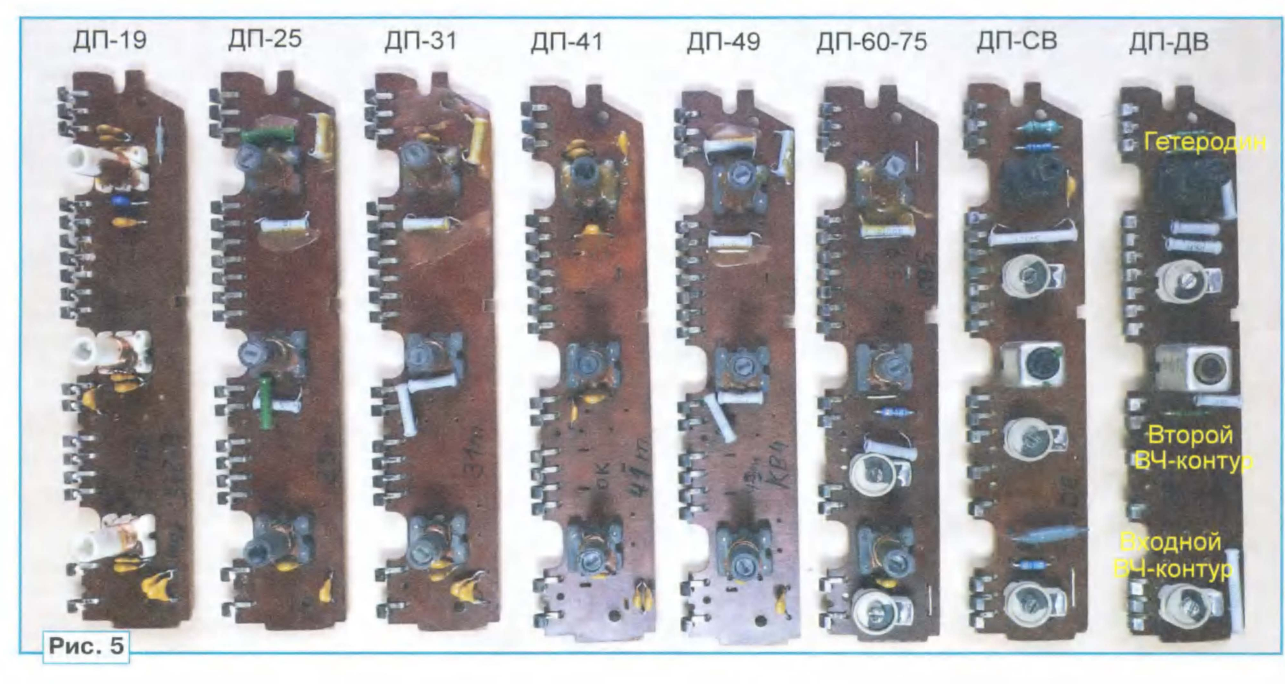


Рис. 5

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

МА на ДВ-СВ использовать один виток по центру МА и питать его от ВЧ-генератора через резистор сопротивлением 50 (75) Ом.

Проверку приёмника при работе от внешней антенны осуществляют при подаче сигнала от генератора с выходным сопротивлением 50...75 Ом непосредственно на антенный разъём и общий провод.

2.13. Пример базового комплекта ДП

На **рис. 5** показан доработанный комплект из восьми ДП для приёмника "Океан-214"/"Океан-209" с хорошим транзистором в УВЧ. Конденсаторы жёлтого цвета из керамики П33, NP0 — это замена штатных конденсаторов. На всех ДП-КВ установлены новые конденсаторы во входном контуре — это было самое "кривое место" в заводской конструкции. На ДП-19 (ДП-16) ещё переделана обмотка связи к УВЧ (для этого надо выпаять КПИ). В выходном ВЧ-контуре (по центру ДП) надо хотя бы переделать выходные обмотки к смесителю на ДП-19 (ДП-16), ДП-25 и ДП-60-75 для повышения добротности контура, но лучше это делать на всех ДП. В выходном ВЧ-контуре на заводе номиналы конденсаторов в целом установлены правильные, только на ДП-19 (ДП-16) и на ДП-41 (ДП-41-49) их нужно заменить. Эмиттерную ООС (контакт 12 БПД) стоит пересмотреть для всех ДП, например, удалены дроссели на ДП-КВ. В части гетеродина нужно менять конденсаторы на ДП-19 (ДП-16), ДП-31, ДП-41 (ДП-41-49), ДП-СВ и на ДП-ДВ в радиоприёмниках выпуска до 1984 г. Все эти минимальные работы описаны ниже, дополнительно предлагаются ещё другие полезные доработки.

3. Доработка на примере ДП-31

ДП-31 имеется во всех приёмниках, сама по себе она не капризная, работает во всех вариантах компоновки и модернизации — это идеальный случай, чтобы получить первый опыт, да и эфирные сигналы для тестирования во второй половине дня и до утра на этом диапазоне круглогодично. Заводская схема (с условной нумерацией) показана на **рис. 6**. Учтён весь разброс компоновки за 20 лет производства, указано число витков в КПИ для приёмников выпуска после нулевой серии "Океан-209" в 1976 г.

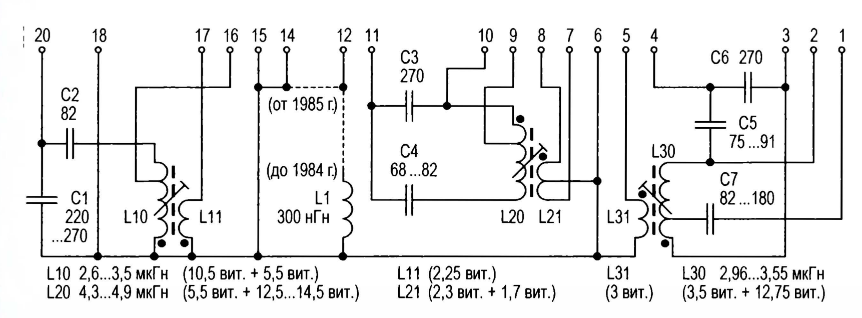


Рис. 6

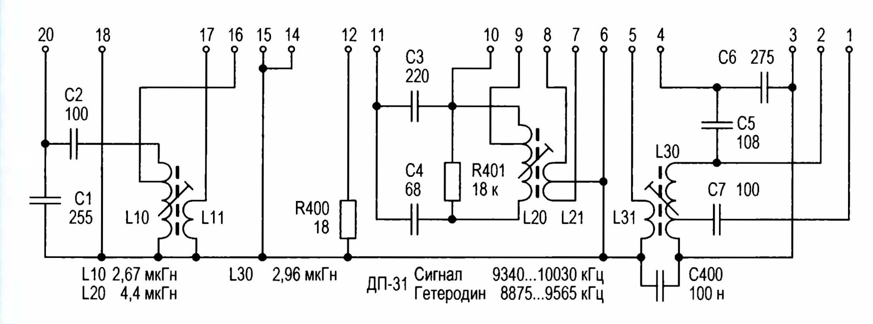


Рис. 7

При попытке наладить проверочный приём ближе к частоте 10 МГц можно заметить исчезновение шумового фона, и приёмник слабо отзывается на сигналы, в то же время индикатор приёма загадочным образом работает. Причина этого кроется в двухчастотном УПЧ, который усиливает ещё и на частоте 10700 кГц. Даже при отстройке на 500...600 кГц мощный сигнал гетеродина запустит действие АРУ, и усиление УПЧ уменьшается. Гетеродин при приёме полного диапазона 31 метр должен работать вплоть до частоты 10450 кГц, и это уже почти попадает в полосу пропускания УПЧ. Поэтому на ДП-31 гетеродин нужно наладить ниже частоты приёма, но с заводской компоновкой это точно уже не сделать. Странно, что на этом диапазоне на заводе до 1993 г. приёмники шли "глухими" выше частоты 9700 кГц, исправление было бы в двух конденсаторах.

Гетеродинный узел прошёл мало модификаций, только ёмкость конденсатора C7 была уменьшена с 180 пФ до 82 пФ для гетеродина на кремниевом транзисторе после 1985 г. Однако и в этом случае стоит провести доработку, так как это сильно повлияет на уровень гармоник и внесённую транзистором ёмкость в контур через задержку в ПОС, и получается нестыковка по перекрытию между расчётом и реальностью.

ДП-31 следует доработать в соответствии с **рис. 7**, КПИ останутся нетронутыми. Сначала убирают не соответствующие указанным на схеме номиналам заводские конденсаторы, очищают плату от компаунда, щадящим образом чистят пружинные контакты. На КПИ надо убрать хрупкий и часто сломанный фиксатор проводов, выручает большая и немного тупая иголка. Шатающиеся провода у КПИ упорядочить и выправить, потом фиксировать лаком. На **рис. 8** показан пример упорядоченной гетеродинной КПИ (L30, L31), как она смогла бы выпускаться с завода. До 1976 г. подобное было, и даже лучше.

При возможности желательно предварительно подстроить индуктивность КПИ (L10, L20, L30) на указанные значения с точностью 0,1 мкГн, что позволит избежать настройки на зеркальную частоту. Устанавливают все конденсаторы, при этом конденсаторы с нестандартными номиналами надо составить из двух конденсаторов. Конденсатор C400 полезен при заводской разводке БПД и КПЕ. Резистор R400 подбирают в зависимости от ожидаемых условий приёма, он улучшает линейность УВЧ ценой небольшого уменьшения чувствительности. При работе от хороших антенн более уместный номинал найдётся в интервале 27...47 Ом. Резистор R401 нужен только при склонности УВЧ к самовозбуждению и как крайнее мероприятие, так как он ухудшает подавление зеркального канала приёма. Лучше бы заменить узлы ВЧ-заземления и подключение транзистора в УВЧ.

Настройку гетеродина проводят при подключённом диод-



Рис. 8

ном смесителе. Если позже поменяется смеситель, гетеродин корректируется исключительно небольшой подстройкой его КПИ. Частотомер можно подключить к контакту 5 через последовательный резистор сопротивлением более 1 кОм или конденсатор ёмкостью менее 15 пФ. Настраивают гетеродин на перестройку в требуемом частотном

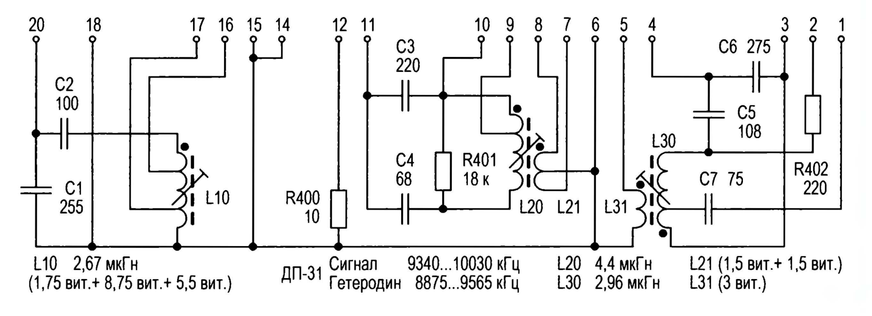


Рис. 9

диапазоне, в этом случае — 8875...9565 кГц. Потом на частоте приёма 9700 кГц подстроечниками катушек L10 и L20 надо добиться наилучшего приёма и проверить оптимальность их настройки при приёме на краях диапазона. В результате получим уже неплохой приём. Но это ещё не предел возможного, если главная плата прошла глубокую доработку (применены каскодные УВЧ) или она заменена новой. Подавление зеркального канала приёма осталось небольшим (33 дБ), как и дальняя избирательность в целом. Особенно при приёме с проволочной или активной антенной на крыше это станет раздражающим моментом.

3.1. Глубокая доработка ДП-КВ на примере ДП-31

При глубокой доработке придётся переделать все три КПИ, поэтому их нужно аккуратно выпаять. В этом случае выручит оловоотсос, надо нанести немного флюса, быстро прогреть припой и стремительно его убрать, после чего КПИ можно вынуть без усилия. Освобождающиеся и нужные для новых обмоток выводы надо зачистить острым ножом. Доработка ведётся по новой схеме, показанной на **рис. 9**.

Гетеродинную КПИ в её контурной части (L30) можно оставить, если удастся сделать эмиттерный отвод за счёт перетягивания провода со стороны холодного конца. Наматывают обмотку связи L31 (три витка) на 1 мм выше контурной обмотки обмоточным проводом диаметром 0,1...0,15 мм (**рис. 10**) и плотной скруткой ведут провода выводов строго вертикально вниз к выводам КПИ (**рис. 11**). Это улучшает развязку в смесителе по гармоникам, так как феррит М100НН выше частоты 20 МГц стремительно теряет качество.

Рис. 12

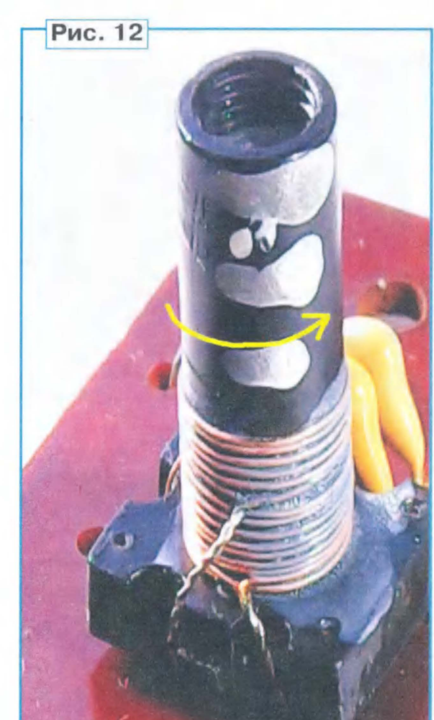


Рис. 10



Решение проблем входного контура в части дальней избирательности и рабочего затухания найдётся в переделке КПИ в автотрансформатор (L10). Здесь использован обмоточный провод диаметром 0,15...0,2 мм. Отвод к антенне сделан от того же витка, что и в оригинале, а отвод на вход УВЧ сделан более низкоомным. В заводском варианте это была отдельная обмотка 2,25 витка. В новом исполнении сделан отвод от 1,75 витка. Более эффективная связь транзистора с контуром обеспечивает такой же

Рис. 11

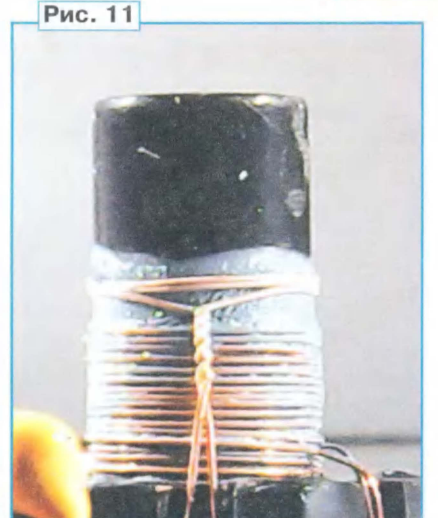
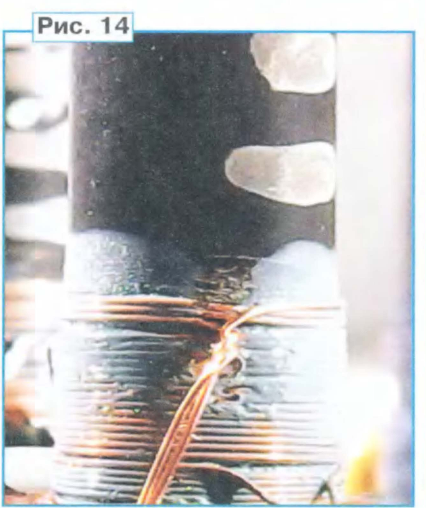


Рис. 13



Рис. 14



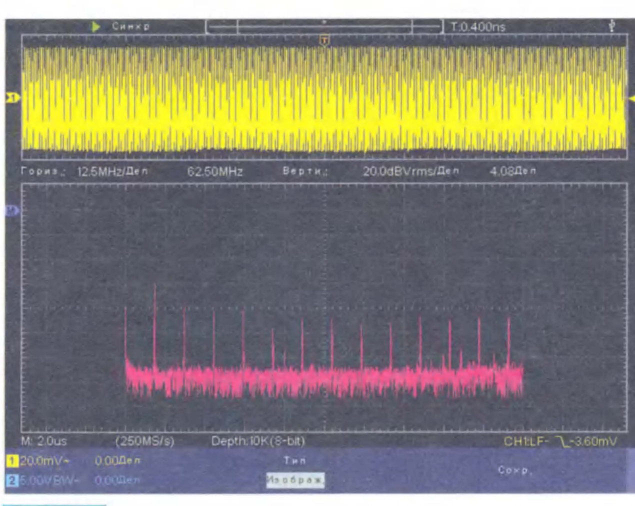


Рис. 15

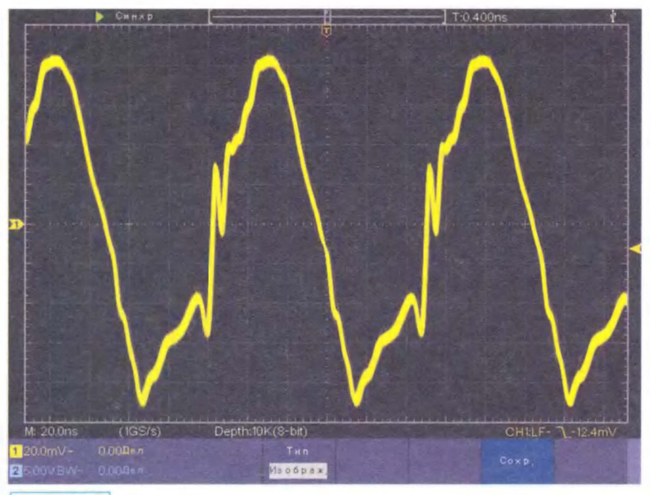


Рис. 16

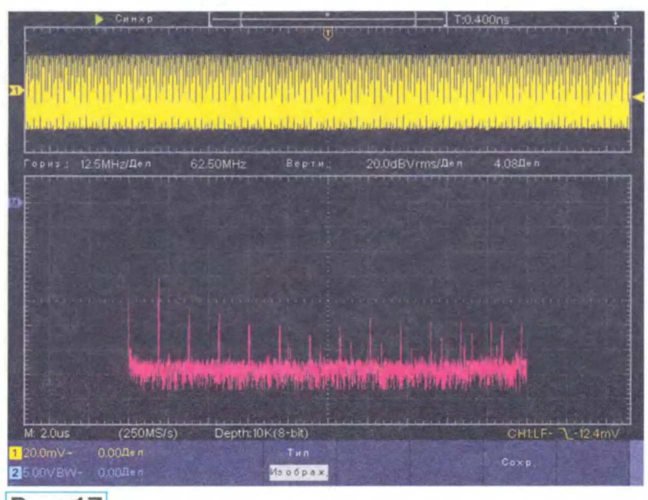


Рис. 17

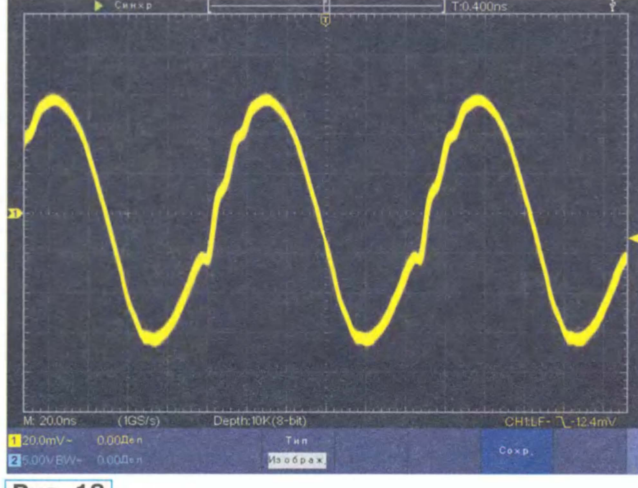


Рис. 18

сигнал, но за полосой пропускания подавление улучшается.

Новое направление при намотке показано на **рис. 12**, и отвод к транзистору при 1,75 витка попадает на нужный вывод каркаса, поэтому провод идёт с минимальной длиной и без лишней петли. Начинают мотать снизу с холодного конца. Для этого нужно мотать "с примеркой", т. е. заранее делать эти скрутки, их пропаять и потом одним заходом намотать всю заготовку и её зафиксировать. Одно это мероприятие во входном контуре улучшает подавление зеркального канала не менее чем на 6 дБ при приёме с ТА. Новая обмотка намотана с межвитковым промежутком примерно 0,15 мм для получения правильной индуктивности и высокой добротности.

В выходном ВЧ-контуре в заводском варианте, на первый взгляд, буквально всё выглядит плохо. Стоило убрать выходные обмотки (L21) к смесителю, и сразу станет понятно, что простыми действиями можно привести контурную обмотку L20 в достаточный порядок, без её переделки. Новые обмотки к диодному смесителю 1,5+1,5 витка делают, как показано на **рис. 13** и **рис. 14**.

Если в состав доработанного смесителя входит симметрирующий трансформатор, тогда можно сделать простую обмотку связи L21 к диодному смесителю без отвода (три витка). К опциональному модулю активного смесителя на микросхеме К174ПС1 обмотка должна содержать два витка.

Устанавливают все компоненты (можно применить и элементы для поверхностного монтажа типоразмеров 1206 и 0805. Резистор R401 нужен только при склонности УВЧ к самовозбуждению, что свидетельствует о недоработке ВЧ-заземления в целом. Подборкой элементов R402 и C7 оптимизируется работа гетеродина на уверенный запуск и низкий уровень гармоник, а также стабильность амплитуды по всему диапазону. Их номиналы существенно зависят от типа транзистора, указанные номиналы хорошо подходят для транзисторов серий КТ3108, ГТ322, КТ326, КТ3142, ГТ311. Конденсатор C7 при слишком малой ёмкости не даст запустить гетеродин, при средней ёмкости генерируется хорошая амплитуда, и частота ещё не сильно уходит вниз. При излишне большой ёмкости частота заметно понижена, уровень гармоник растёт, и частотное перекрытие недостаточное. На эту зависимость наложится влияние резистора R102, который развяжет резонансный контур от транзистора. При малом сопротивлении этого резистора транзистор вносит в контур большую ёмкость, при большом сопротивлении транзистор может не входить в насыщение. Поэтому имеется оптимальное значение для каждого типа транзистора с хорошим компромиссом между стабильностью амплитуды и уровнем гармоник. Чтобы понимать результат налаживания, был использован индуктивный щуп, который "ловит" излучение гетеродина "из воздуха", и с ростом частоты это получается лучше. На **рис. 15** показан спектр, а на **рис. 16** — форма сигнала гетеродина при C7 = 120 пФ и R402 = 0, и это создаёт гармоники далеко в области УКВ.

После установки оптимальных номиналов этих элементов полученные результаты показаны на **рис. 17** и **рис. 18**. Амплитуда основного сигнала осталась, но устранены острые пики, и форма стала более гладкой. Вторая и третья гармоники ослаблены дополнительно на 8 дБ (диодный смеситель подключён), но очень

эффективно получилось подавление гармоник на 14...20 дБ в области УКВ. Это снизит уровень городского паразитного УКВ-приёма на 28...40 дБ, практически до неслышимости. Можно довести это до визуально чистого синуса, но тогда уменьшается амплитуда сигнала, уменьшается отличное отношение сигнал/шум гетеродинного сигнала, ухудшается стабильность частоты, и в холодном помещении гетеродин может не запуститься.

Настройку УВЧ проводят по выше описанной методике с выдвинутой ТА. Подавление по зеркальному каналу уверенно превышает 40 дБ.

4. ДП-25

На ДП-25 уже чувствуется разница между ДП выпуска до 1984 г. и ДП выпуска после 1985 г. Катушки более

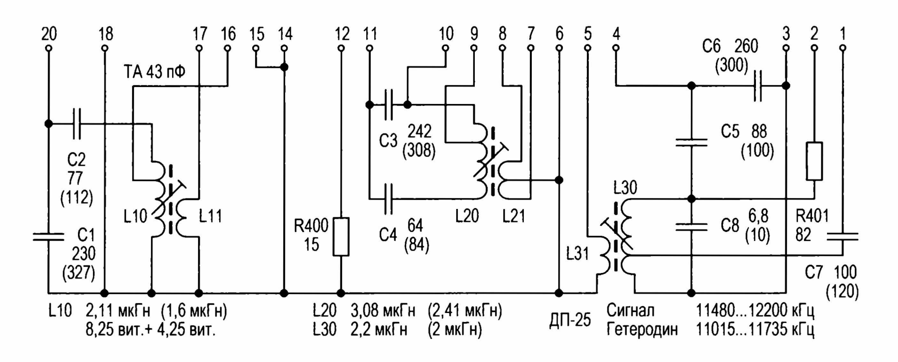


Рис. 19

давление зеркального приёма на несколько децибел больше. В остальном работы ведутся аналогично ДП-31. Доработка обеспечит подавление зеркального приёма более чем на 36 дБ.

4.1. Переделка ДП-25 в ДП-22, ДП-19, ДП-16

Частый запрос от владельцев на ДП для приёма диапазона 19 метров и 22 метра можно выполнить на основе ДП-25. В **табл. 1** приведены различные варианты компоновки этих ДП на основе известных заводских версий КПИ.

Входную КПИ стоит переделать в автотрансформатор, для этого у L10 указан отвод к УВЧ, отвод сделать, как это было на заводе. Варианты 5, 6 и 7 сработают только при симметрирующем трансформаторе в составе смесителя, для L21 в скобках указаны витки для активного смесителя с входным сопротивлением 100...150 Ом. Вариант 7 может лучше работать при замене конденсатора C7 резистором сопротивлением 56...120 Ом. На высоких КВ нужно тщательно подобрать ООС на резистор R400 под свои условия с приёмными антеннами. Сопротивление более 33 Ом ухудшает подавление зеркального приёма, чаще всего перемычка (в табл. 1 названа КЗ) будет правильным выбором.

Подавление зеркального приёма составляет 30/32/36 дБ для ДП-16/ДП-19/ДП-22, и только существенное улучшение по экранировке может его улучшить. Только на ДП-19 гетеродин работает выше частоты приёма, чтобы избежать множества зеркальных радиолюбительских сигналов из диапазона 20 метров.

5. ДП-19 и ДП-16

Эти ДП прошли плохо документированное изменение за годы выпуска, и они в любом случае достались нам проблематичными. У этих ДП КПИ одинаковые, разница имеется в конденсаторах и элементах ООС на контакте 12 БПД.

На **рис. 20** показана схема доработанной ДП-16 для приёмников Selena-215, Selena-216, в скобках указаны номиналы компонентов для приёмников В-210 и В-211, используются заводские КПИ с правильно установленными подстроечниками.

Гетеродин в ДП-16 должен быть настроен ниже частоты приёма, что улучшает частотную стабильность примерно на 10 %. Дроссель ООС индуктивностью 100...300 нГн нужен только при использовании в гетеродине транзистора серии ГТ322. На ДП выпуска после 1985 г. нужно делать на плате разрез печатного проводника и установить резистор R400 (для поверхностного монтажа) при работе с большой антенной.

Таблица 1

№	Fсиг, кГц		C1, пФ	C2, пФ	L10, мкГн	Отвод к УВЧ	R400, Ом	C3, пФ	C4, пФ	L20, мкГн	L21, вит.	L30, мкГн	C5, пФ	C6, пФ	C8, пФ	R401, Ом	C7, пФ	Fгет, кГц	
	Мин.	Макс.																мин.	макс.
1	14980	15800	107	35	2,1	1,75 вит.	10	159	34	3,1	1,5+1,5	2,2	36	130	8,2	120	56	15445	16265
2	13550	13900	300	45	2,1	1,75 вит.	10	370	43	3,1	1,5+1,5	2,2	47	300	15	150	120	13085	13435
3	14995	15800	175	51	1,6	1,75 вит.	КЗ	205	45	2,4	1,5+1,5	2		200	-	82	68	15460	16265
4	13525	13910	397	70	1,6	1,75 вит.	10	400	56	2,4	1,5+1,5	2	69	430	-	100	150	13060	13445
5	14990	15835	386	128	0,85	1,25 вит.	КЗ	365	100	1,2	3 (2)	1,1	97	350	-	68	82	15455	16300
6	13530	13925	748	160	0,85	1,25 вит.	КЗ	685	122	1,2	3 (2)	1,1	140	710	-	82	180	13085	13450
7	17520	17915	535	82	0,85	1,25 вит.	КЗ	543	68	1,2	2 (1)	1,1	75	543	-	39	рез.	17055	17450
8	11440	12200	555	260	0,85	1,25 вит.	22	490	189	1,2	1,5+1,5	1,1	220	510	-	100	220	10975	11735

поздних ДП имеют на 20...30 % большую индуктивность из-за уменьшенной длины обмоток на каркасе, поэтому для получения правильного значения индуктивности подстроечники оказались вывернуты из каркаса КПИ, при этом магнитные связи между обмотками ослаблены или искажены.

В приёмниках Selena к 1993 г. появились версии с КПИ индуктивностью около 1 мкГн. По сути, это был отличный выбор, шкала при этом оптимально растянута, и могла бы быть хорошая избирательность, но качество нанесения обмоток всё испортило. Придётся на всех КПИ доработать обмотки связи, конденсаторы заменить только во входном контуре. На **рис. 19** показана схема доработанной ДП-25 выпуска после 1985 г., в скобках — для ДП выпуска до 1984 г. Гетеродин надо настроить ниже частоты приёма, это даст по-

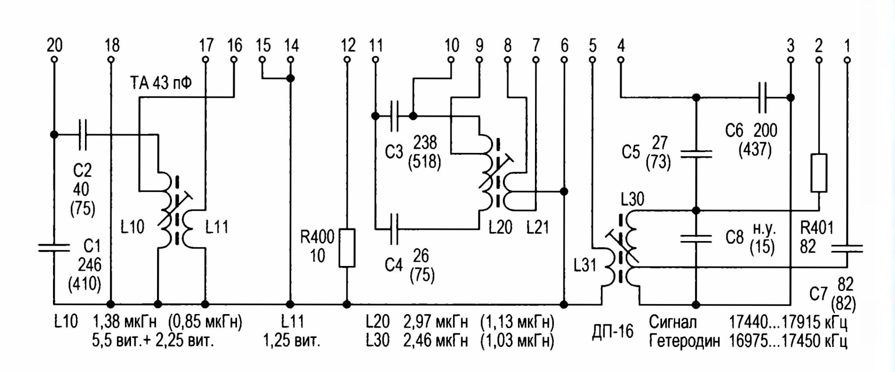


Рис. 20

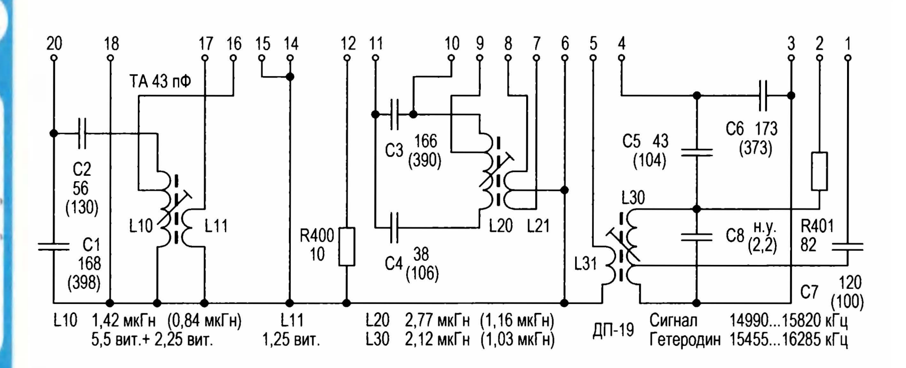


Рис. 21

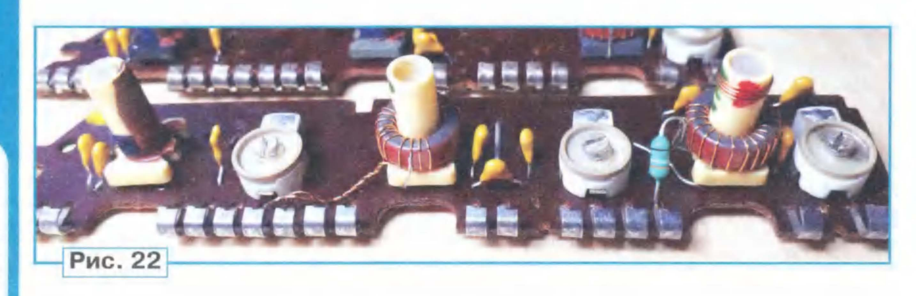


Рис. 22

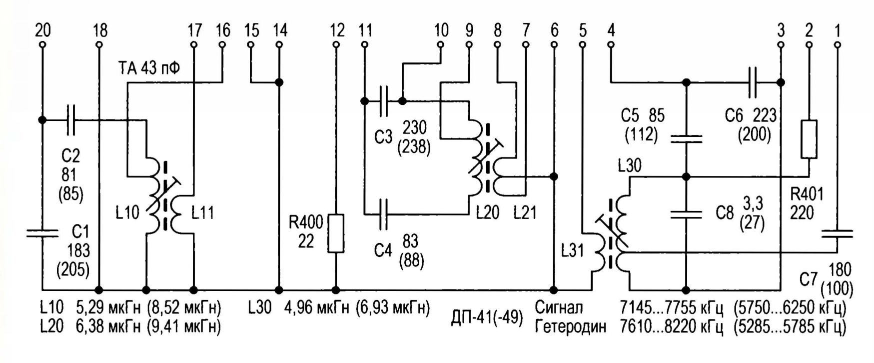


Рис. 23

Сильно от типа транзистора в гетеродине зависит ёмкость конденсатора С8. Сначала нужно подобрать элементы R401 и С7 для режима с малыми гармониками, а потом подобрать С8. На месте конденсатора С7, бывало, на заводе устанавливали резистор сопротивлением 100 Ом, что с транзисторами серии КТ645 будет лучше. На этих ДП до 1984 г. можно установить подстроечный конденсатор (с максимальной ёмкостью не более 15 пФ) параллельно конденсатору С8.

На **рис. 21** показана схема доработанной ДП-19 для приёмников Selena-215, Selena-216, в скобках указаны номиналы компонентов для приёмников В-210 и В-211, здесь используются заводские индуктивности, гетеродин настроен выше частоты приёма во избежание конфликта с радиолюбительскими сигналами из диапазона 20 метров.

Как ранее было отмечено для ДП-31, для этих ДП стоит привести в порядок обмотки к смесителю, нанести 1,5+1,5 витка при индуктивности КПИ выходного ВЧ-контура 2,8 мкГн и 0,5+0,5 витка при его индуктивности 1,15 мкГн. Если диодный смеситель имеет свой трансформатор, надо намотать одну обмотку из двух витков. Для активного смесителя идеально нанести один виток, разместить этот виток выше коллекторного отвода посередине контурной обмотки. Входной контур стоит переделать в автотрансформатор индуктивностью 1,4 мкГн. Отвод к транзистору сделать от 1,25 витка, к антенне — от 6,5 витков от холодного конца, всё это — при 10,75 витков в целом, направление намотки — заводское, оставить межвитковый промежуток 0,1 мм.

На высокочастотных КВ-диапазонах можно применить ферритовые кольца из подходящих материалов, хорошо показали себя ферриты М100НН и М50ВЧ или их эквиваленты в сериях AMIDON с монтажом на каркасах КПИ, как на **рис. 22**, для получения высокой добротности контуров и улучшенного подавления зеркального канала.

Во входном ВЧ-контуре общую намотку надо разделить, и на каркасе вверху разместить 3...4 витка катушки связи с внешней антенной.

6. ДП-41 и ДП-49

На этих ДП изменения индуктивности КПИ за годы выпуска мало влияют на оптимальную компоновку. На **рис. 23** показана схема ДП-41, в скобках указаны номиналы элементов для ДП-49. На ДП-49 гетеродин работает ниже частоты приёма во избежание зеркального приёма радиолюбительского диапазона 40 метров.

Резистор цепи ООС на выводе 12 БПД нужно подобрать под свои антенные условия. В условиях слабых местных помех и приёма с ТА сопротивление этого резистора может быть 10...22 Ом, а в городских условиях с антенной на крыше сопротивление следует увеличить до 100 Ом. Обмотки связи на заводе сделаны оптимальными по числу витков, однако их надо привести в порядок, что значительно снизит паразитный УКВ-приём. Гетеродин с этими ДП склонен к генерации мощных гармоник в УКВ-диапазоне, и подборкой элементов С7 и R401 нужно добиться их малого уровня. Конечная коррекция диапазона перестройки осуществляется с помощью подборки конденсатора С8.

Улучшение КПИ сводится к упорядочению обмотки к смесителю, её делают 1,5+1,5 витка (2,5+2,5 витка) для ДП-41 (ДП-49), для активного смесителя на микросхеме К174ПС1 делать лучше одну обмотку из двух витков. Входной ВЧ-контур в виде автотрансформатора исполняется с отводом к транзистору от 2,25 витка, к антенне — от 7,5 (10,5) витков. Итого для ДП-41 (ДП-49) эту КПИ надо намотать 22,75 витка (26,75 витков проводом диаметром 0,15...0,2 мм без межвиткового промежутка, направление намотки — заводское.

Подавление зеркального приёма для ДП-41 (ДП-49) получается не менее 46 дБ (53 дБ), это уже лучше, чем у приёмника DE-1103 в его лучшем исполнении.

ДП-49 можно переделать в ДП-80-75 из-за её самых больших КВ-индуктивностей в составе приёмников "Океан-214" и "Океан-209", благодаря чему получается отличная чувствительность для приёма на природе. Если к тому же ещё переделать заводскую ДП-50-75 в ДП-49-60, получается очень комфортный приёмник для нижних КВ-диапазонов. При перекрытии 3,5...4,1 МГц шкала имеет лучшую растяжку по краям на 80 метров и на 75 метров. ТА подключают к горячему концу катушки L10. Обмотку L21 переделать на 2,5+2,5 витков. Установить конденсаторы С1 = 230 пФ, С2 = 290 пФ, С3 = 300 пФ, С4 = 310 пФ, С5 = 270 пФ (430 пФ), С6 = 240 пФ (157 пФ), С7 = = 270 пФ (390 пФ), С8 = 43 пФ (148 пФ). В скобках указан вариант с гетеродином ниже частоты приёма. Резисторы подобрать по антеннам и гармоникам.

7. ДП-КВ с расширенным диапазоном

Внешний вид этих ДП в заводском исполнении показан на **рис. 24**. На ДП-41-49 и ДП-50-75 нет подстроечного конденсатора в гетеродине, и только на ДП-41-49 установлено заземление обмотки МА, это контакты 14 и 15. ДП-75-180 отличается ещё каркасами КПИ, позволяющими сделать качественные катушки индуктивности вплоть до 120 мкГн (400 мкГн) с подстроечником из феррита М100НН (600НН).

Эти ДП хороши тем, что сэкономят место в БПД для дополнительных диапазонов приёма. Однако, если для ДП-49-41 с диапазоном перестройки около 1,8 МГц это получается с терпимым качеством, то на других ДП с перестройкой 2...2,5 МГц, кроме формального охвата большого диапазона, ничего хорошего не получится, поскольку настройка на радиостанции будет сложной.

Стоит отметить, что для коллекционного приёмника делать с этим ДП что-либо нецелесообразно, они отлично настраиваются с хорошим сопряжением контуров. А для реальной современной эксплуатации эти ДП нужно доработать.

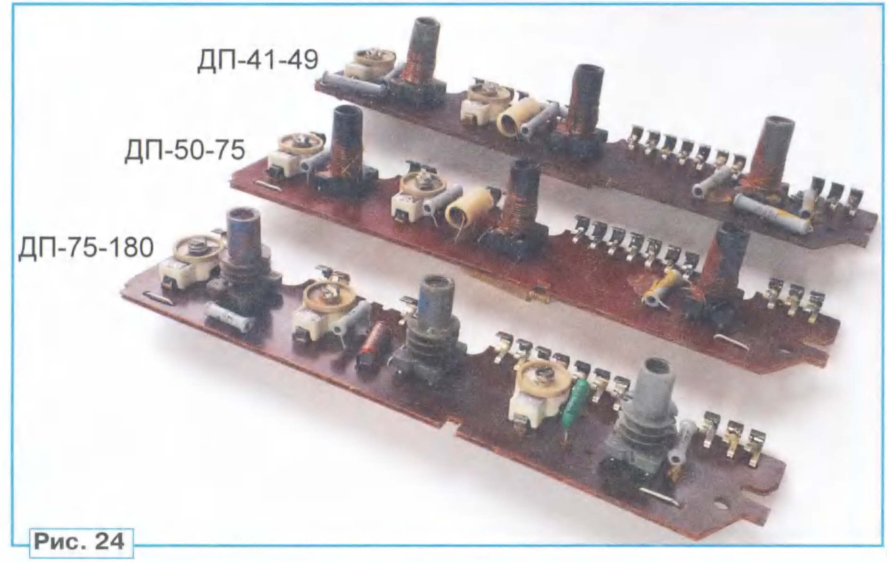


Рис. 24

7.1. ДП-41-49 и доработка в ДП-60-75

Эта ДП немного не дотягивает по перекрытию до двух диапазонов в современном состоянии эфира. На **рис. 25** показана схема доработанной ДП-49-41, в скобках указаны номиналы для ДП-60-75, КПИ — заводские. В **табл. 2** указаны номиналы элементов для ДП-49-60 и ДП-75-100. Только на ДП-75-100 гетеродин работает выше частоты приёма, на остальных ниже. Варианты ДП-49-60 и ДП-75-100 рассчитаны на подключение ТА прямо к горячему концу катушки L10. Для улучшения дальней избирательности надо доработать выходные обмотки к смесителю, намотать 1,5+1,5 витка для ДП-49-41 и 2,5+2,5 витка для ДП-60-75 при использовании диодного смесителя.

Выходной ВЧ-контур на ДП-41-49 работает с предельно малой ёмкостью, и подстроечный конденсатор С8 не уместен. Его лучше бы подключить параллельно конденсатору С5 и соответственно уменьшить его ёмкость. Эта перестановка важна для сопряжения контуров. Рекомендуется тщательно наладить чистую от гармоник работу гетеродина.

7.2. ДП-50-75 и переделка в ДП-49—ДП19

ДП-50-75 в приёмниках "Океан-209"/"Океан-214", наверное, самая бесполезная ДП, поэтому ею мало пользуются. В приёмниках выпуска после 1977 г. она плохо настраивается на штатные параметры, так как была замена КПИ в гетеродине. Её индуктивность была 2,3 мкГн, стала 1,9 мкГн, а конденсатор ёмкостью 300 пФ остался. Нужно было с 1977 г. установить в гетеродине вместо перемычки удлиняющий конденсатор ёмкостью 3900 пФ, укорачивающий конденсатор 240 пФ к КПЕ и добавить подстроечный конденсатор ёмкостью 8...30 пФ для идеального результата. После такой доработки эта ДП начинает работать штатно, гетеродин настраивают выше частоты приёма, погрешность сопряжения получается не более ±10 кГц (было ±100 кГц). Часто на заводе подстроечник в КПИ гетеродина выкручен до предела и еле держится.

Слишком большое число витков обмотки L21, идущей к смесителю, — 6,5+6,5 витка (!) существенно уменьшает добротность второго ВЧ-контура, и избирательность по зеркальному приёму разочаровывает. Малое соотношение L/C колебательных контуров и их небольшой импеданс (3...10 кОм) приводят к низкому КПД ТА, поскольку контурная ёмкость составляет 300...700 пФ.

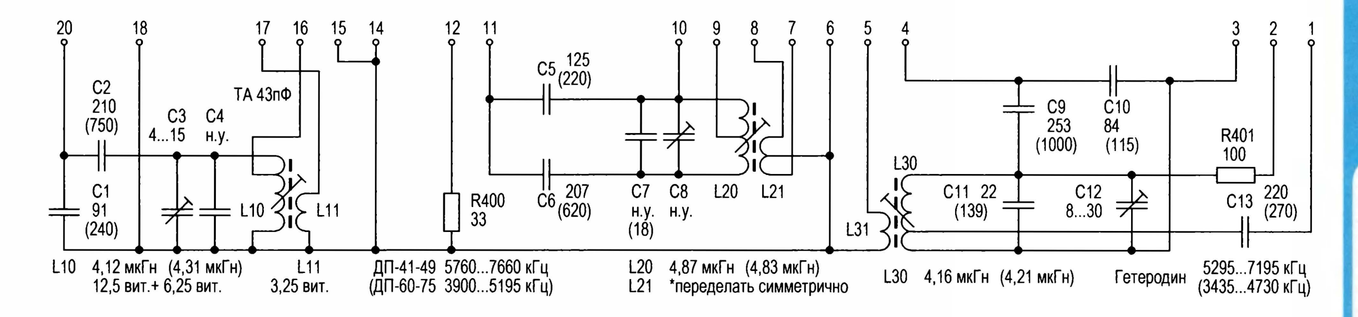


Рис. 25

Таблица 2

№	Fсиг, кГц		C1, пФ	C2, пФ	C3, пф	C4, пФ	C5, пФ	C6, пФ	C7, пФ	C8, пФ	L21, вит.	C9, пФ	C10, пФ	C11, пФ	R401, Ом	C13, пФ	Fгет, кГц	
	мин.	макс.															мин.	макс.
1	4700	6300	121	344	4...15	-	342	155	-	8...30	2,5+2,5	440	88	82	68	330	4235	5835
2	2855	4105	39	3900	4...15	240	219	3450	91	8...30	2,5+2,5	1880	322	-	47	390	3320	4570

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Большая перестройка по частоте (2,2 МГц) некомфортна, в середине шкалы для диапазона 60 метров имеется очень плотная шкала, а диапазон 49 метров охвачен только частично. При этом в приёмниках "Океан-209"/ "Океан-214" есть отдельная ДП-49, поэтому часть диапазона 5100...6000 кГц практически лишняя в концепции радиовещательного приёма. Ещё один недостаток — отсутствие контактов 15 и 14 для заземления обмотки МА, чтобы подавить у ненагруженной МА резонансы в КВ-диапазоне и странные эффекты в работе гетеродина.

Неожиданно при проработке этой ДП всплыла её почти безупречная универсальность для модификаций на средних и высоких КВ-диапазонах. Принципиально во входном ВЧ-контуре надо заменить подстроечный конденсатор ёмкостью 8...30 пФ аналогичным ёмкостью 4...15, а в гетеродин установить подстроечный конденсатор ёмкостью 8...30 пФ. Также обязательно нужно переделать обмотку к смесителю на 2,5+2,5 витков для работы до частоты 8 МГц и на 1,5+1,5 витка для работы на более высоких частотах. Ещё стоит установить контакты 14 и 15 для подключения обмотки МА. Такими общими переделками получим заготовку ДП для частот 4,7....16 МГц, остаётся только подобрать конденсаторы.

Самое простое — переделка в ДП-60-75 (3875...5060 кГц) в соответствии со схемой на **рис. 26**, гетеродин работает выше частоты приёма. В скобках указаны номиналы элементов для диапазона 4770...6250 кГц с гетеродином ниже частоты приёма.

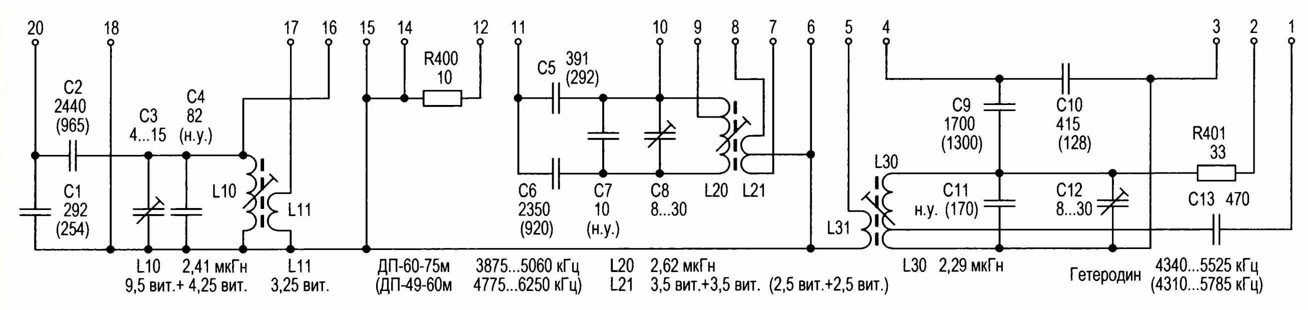


Рис. 26

При работе с большими контурными ёмкостями ТА подключается к полному входному контуру, при этом ёмкость ТА (43 пФ) учтена в расчёте. Высокая добротность контуров и упорядоченные КПИ обеспечивают избирательность по зеркальному каналу не менее 53 дБ в составе доработанного приёмника.

В **табл. 3** указаны номиналы элементов для других вариантов этой ДП.

Таблица 3

№	Диапазон, метров	Fсиг, кГц		C1, пФ	C2, пФ	C4, пФ	R400, Ом	C5, пФ	C6, пФ	C7, пФ	L21, вит	C9, пФ	C10, пФ	C11, пФ	R401, Ом	C13, пФ	Fгет, кГц	
		мин.	макс.														мин.	макс.
1	41+49	5780	7700	150	470	-	JP	176	460	10	2×2,5	560	106	91	150	330	5315	7235
2	31 шир.	9170	10005	200	107	-	10	240	113	-	2×1,5	124	207	18	120	220	8635	9540
3	25	11440	12225	130	55	-	10	151	56	-	2×1,5	63	142	10	100	180	10975	11760
4	22	13575	13920	155	29	-	15	240	36	-	2×1,5	33	170	12	100	150	13110	13455
5	19	14990	15805	43	19	-	22	24	68	4,7	2×0,5	22	51	-	100	100	15455	16270

По расчёту и элементам настройки эта "универсальная" ДП обеспечит отличное сопряжение контуров, можно реализовать их высокую добротность. Прекрасный вариант ДП-41-49 имеет одинаковую растяжку шкалы на диапазонах 49 метров и 41 метр, и ТА подключается к горячему концу L10. У остальных ДП подключается ТА на отвод от L10. В версии на диапазон 19 метров нужно в цепь от L10 до контакта 16 установить конденсатор ёмкостью 39 пФ, так как контурная ёмкость мала, а ёмкость ТА весомая. На диапазон 16 метров эту ДП наладить затруднительно.

7.3. ДП-75-180 доработанная

ДП-75-180 (1590...4100 кГц) отличается по качеству компоновки и исполнению. Приёмники с ней, а это Selena B-212 и "Океан-217", шли на экспорт. Но на этих частотах радиовещательных станций было мало, наверное, замысел был в приёме служебных радиостанций. К качеству и настройке этой ДП нет нареканий, её легко наладить, сопряжение идеальное и относительно комфортно распределена плотность шкалы при большом диапазоне перестройки (2,5 МГц), если, конечно, привод КПЕ работает безупречно. Если оставить ДП-75-180 в оригинале, кроме чистки и налаживания, делать нечего. Сначала надо настроить гетеродин. На нижней частоте диапазона установить с помощью КПИ частоту гетеродина 2055 кГц, а на верхней частоте диапазона установить подстроечным конденсатором частоту гетеродина 4565 кГц. Налаживание надо повторить несколько раз. Следом на частоте 1,8 МГц УВЧ настраивают с помощью КПИ на максимум сигнала, а затем на частоте 3,8 МГц настраивают

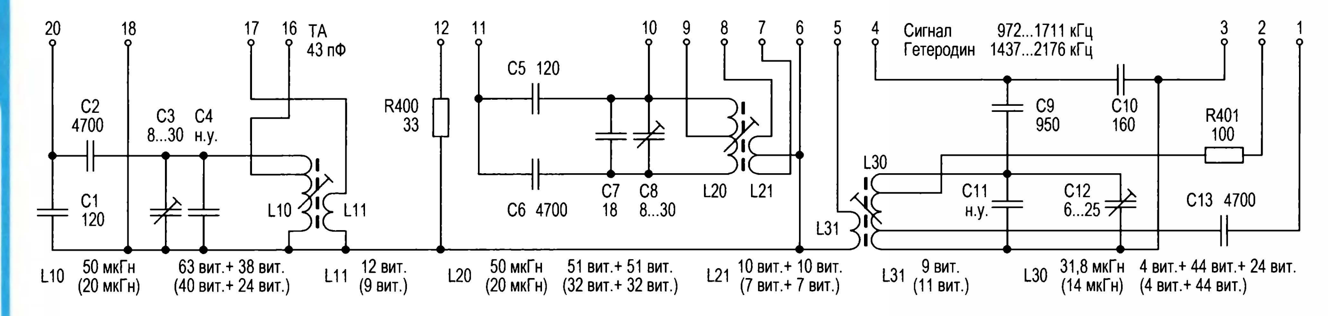


Рис. 27

максимум сигнала с помощью подстроечных конденсаторов. В конце надо проверить приём по всей шкале.

На **рис. 27** показана схема полностью переделанной ДП-75-180 для приёма верхнего участка СВ-диапазона 972...1711 кГц с приёмов на ТА. Для этого нужно все три КПИ полностью переделать "с чистого каркаса", в скобках указаны заводские параметры КПИ, чего нет в документации. У гетеродинной КПИ появился коллекторный отвод, для него использовать ранее не занятый шестой вывод каркаса.

При переделке всех трёх КПИ надо начинать намотку снизу и с горячего конца контура, распределить контурные обмотки по всем трём секциям каркаса, но в средней секции мотать примерно на десять витков меньше. Выходные обмотки разместить в средней секции, над витками контурной обмотки. Можно применить каркасы от часто меняющемся курсе, да и приёмник можно установить в удобное по акустике и устойчивости положение.

8. Приём на МА с ДП-СВ и ДП-ДВ

В диапазоне ДВ в работе МА участвуют две контурные катушки, поэтому важно, чтобы сначала наладить СВ-диапазон и только потом ДВ. Пример компоновки этих ДП показан на **рис. 28**. Следует обратить внимание на монтаж дросселей для их минимального взаимодействия с другими катушками индуктивностями.

8.1. ДП-СВ диапазона 527...1610 кГц

Схема такой ДП-СВ показана на **рис. 29**. Из прошлого века нам вспомнится дальний СВ-приём с изобильными свистами от зеркального приёма и паразитного приёма КВ-сигналов. Паразитный КВ-приём во многих классических приёмниках особо заметен в обстановке без помех, например осенним утром, когда СВ-эфир мало шумит при приёме дальних уходящих сигналов, а на диапазонах 25 метров и выше эфир уже "гудит". КВ-сигналы пробиваются через УВЧ и на гармониках гетеродина преобразуются в сигналы ПЧ. Паразитный КВ-приём такого рода можно заметно уменьшить установкой на входе УВЧ ФНЧ R400C400.

Дроссель эмиттерной ООС номиналом 8 мкГн на заводе оставлен без ферритового подстроечника. Это не очень хорошо. Лучше бы его заменить аксиальным дросселем индуктивностью 6,8...10 мкГн с ферритовым магнитопроводом (серии ДМ, ДПМ, CELC). Резистор R401 снижает склонность к самовозбуждению при увеличенной добротности контуров и уменьшает влияние на УВЧ низкочастотных импульсных помех. Если УВЧ переделан по каскодной схеме, вместо дросселя можно оставить резистор R401 (15...68 Ом).

Таблица 4

№	Fсиг, кГц		C1, пФ	C2, пФ	C4, пФ	L10, мкГн	R400, Ом	C5, пФ	C6, пФ	C7, пФ	L20, мкГн	L30, мкГн	C9, пФ	C10, пФ	C11, пФ	R401, Ом	C13, пФ	Fгет, кГц	
	мин.	макс.																мин.	макс.
1	2893	3563	90	141	-	20,2	>22	87	142	18	19,8	13,8	133	82	36	68	1500	3358	4028
2	1999	3001	100	561	-	19,8	>15	109	577	18	19,9	14	430	100	36	56	2200	2464	3461
3	1596	2202	91	880	122	20	>10	91	880	139	20	14	590	130	114	47	3300	2061	2667
4	1227	1720	270	КЗ	100	20	>10	270	КЗ	120	20	13,3	2560	421	6,8	>22	4700	1682	2185
5	1186	1612	330	КЗ	100	20	>10	330	КЗ	120	20	13,3	2400	470	10	>22	4700	1651	2077

ДП-ДВ или ДП-СВ, но с подстроечниками из феррита М100НН. В **табл. 4** указаны номиналы элементов ДП для работы нижних КВ-диапазонах и верхнем СВ-диапазоне с растянутой шкалой с заводскими КПИ. Имеется хорошо распределённая плотность шкалы, подавление зеркального канала составляет уверенно 56 дБ в составе доработанного приёмника. Не рекомендуется переделывать эту ДП для приёма ДВ-диапазона или нижнего СВ-диапазона, так как возникнут не решаемые проблемы по части АЧХ.

Радиоприём на природе на низкочастотных КВ-диапазонах и верхнем СВ-диапазоне с ТА имеет своеобразную привлекательность, он отличается высоким отношением С/Ш, так как эффективность ТА длиной 80...100 см намного больше эффективности встроенной МА. Можно даже не удивиться хорошим и экзотическим DX в сумерках — это и есть "изюминка" такой конфигурации. Круговая диаграмма направленности ТА выручает при поездке на лодке при

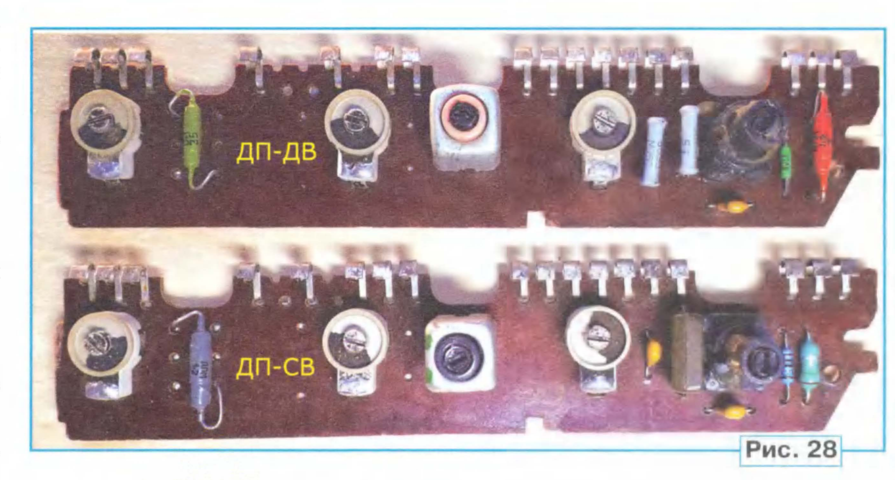


Рис. 28

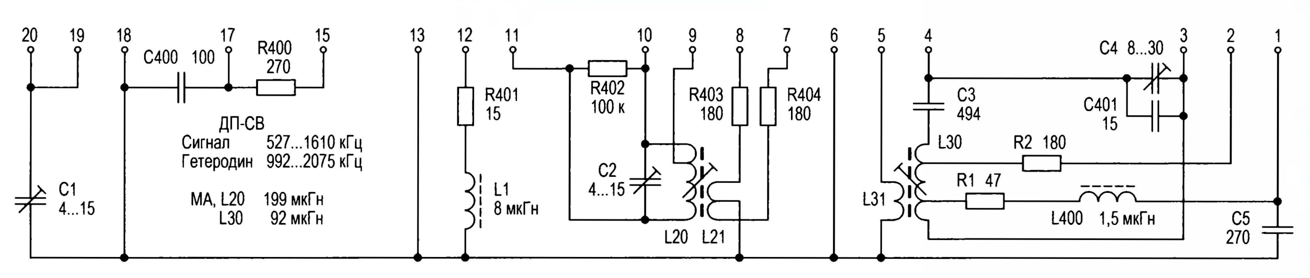


Рис. 29

Можно улучшить избирательность выходного ВЧ-контура, установив резисторы R403 и R404 сопротивлением 100...270 Ом. Это незначительно ухудшает чувствительность, зато добротность растёт на 50 % в высокочастот-

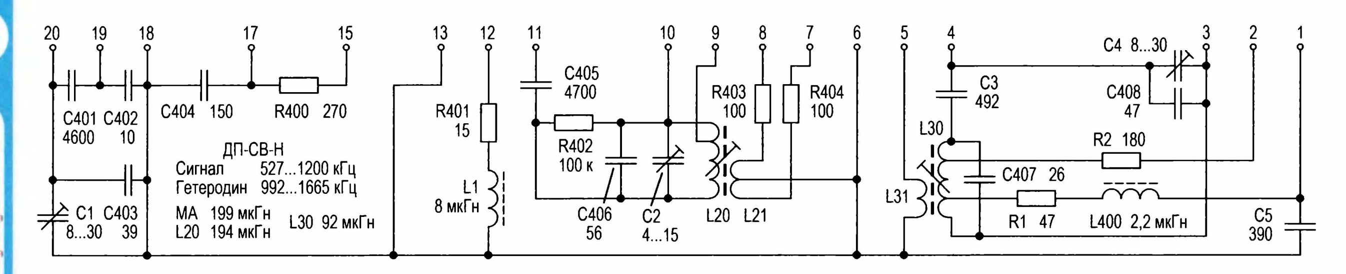


Рис. 30

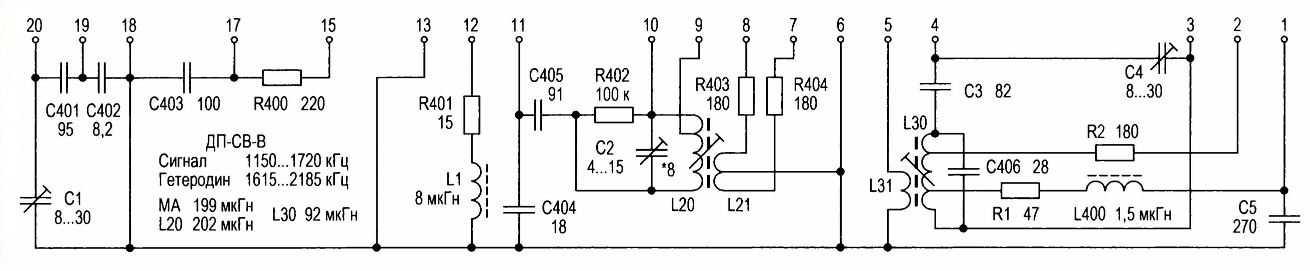


Рис. 31

ной части СВ-диапазона, где это очень нужно. Более правильно было бы уменьшить на 50 % (70 %) число витков обмотки, идущей к диодному (активному) смесителю, и намотать их строго симметрично. КВ-самовозбуждение подавляется подборкой резистора R402.

Самое проблематичное — это гармоники гетеродина и их эффективное излучение. Они проникают в УВЧ и там вызывают паразитное преобразование КВ-сигналов в сигналы СВ-диапазона. Уменьшить эти гармоники не менее чем на 20 дБ можно добавлением ФНЧ L400C5 в эмиттерную цепь гетеродина и подборкой коллекторного резистора R2, что ослабит паразитный приём КВ-сигналов примерно на 40 дБ.

Для идеального сопряжения нужно измерить ёмкость конденсатора С3 (470 пФ) и к нему добавить конденсатор, чтобы суммарная ёмкость была 494 пФ. При этом конденсатор С401 (12...18 пФ) вернёт ротор конденсатора С4 в среднее положение, обычно конденсатор С4 на заводе установлен в положение максимальной ёмкости.

Сначала надо наладить перекрытие с гетеродином, он должен работать в пределах 992...2075 кГц для приёма сигналов в диапазоне 527...1610 кГц. После этого настраивают второй ВЧ-контур на максимум при приёме на частотах 570 кГц (подстроечником КПИ) и 1535 кГц (подстроечным конденсатором С2). Контрольное измерение на 960 кГц покажет сопряжение и посередине диапазона. В конце таким же образом на частотах 660 кГц и 1450 кГц настраивают МА. Проверяют правильность настройки и на частоте 990 кГц. Фиксируют катушку МА на ферритовом магнитопроводе с помощью горячего компаунда (так называемого воска), желательно заранее разогреть это место горячим воздухом до 50...60 °С для лучшей фиксации.

8.2. Разделение СВ-диапазона на два поддиапазона

В регионах, удалённых от Европы, нет достойного приёма на ДВ, и можно использовать эту позицию в БПД для разделения СВ-диапазона. Этим улучшается комфорт при настройке, решается проблема плотной шкалы на частоте выше 1300 кГц. Разделение диапазона СВ следует осуществить для оптимальной растяжки шкал на СВ-Н в поддиапазоне 527...1200 кГц и СВ-В в поддиапазоне 1150...1720 кГц. Варианты с разделением на частоте около 950...1000 кГц оказались во многом проблематичны и не предлагаются для повторения. В результате разделения СВ-диапазона в самой плотной части шкалы получаем комфортный шаг перестройки 7 кГц/мм, в заводском варианте было до 16 кГц/мм. На **рис. 30** и **рис. 31** показаны схемы модификации заводской ДП-СВ, при которых не нужно переделывать КПИ.

Расчётная индуктивность контурной катушки МА — 199 мкГн и индуктивности катушки гетеродина — 92 мкГн. Сначала нужно наладить ДП-СВ-Н, на частотах 560 кГц, 770 кГц и 1150 кГц должно быть идеальное сопряжение, и индуктивность МА должна быть близка к 199 мкГн. При налаживании ДП-СВ-В уже не трогать МА, на частотах 1240 и 1650 кГц найдётся идеальное сопряжение. Если не удаётся настроить входной контур в области частоты 1200 кГц, нужно подобрать конденсатор С401.

Этот вариант далеко не идеальный, но это лучшее, что можно делать без переделки катушек индуктивности, разводки МА и её соединения к УВЧ. При реальной эксплуатации сразу замечаем комфортную настройку приёма.

Если мало местных помех, стоит для ДП-СВ-В переделать L21 и уменьшить вдвое число витков обмотки к смесителю, а также не устанавливать резисторы R403 и R404. Новые обмотки к смесителю выполнить строго симметрично. Результатом будет улучшение отношения С/Ш на 3 дБ при чистом от помех эфире.

9. ДП-ДВ диапазона 150...285 кГц

За последние годы диапазон ДВ заметно опустел. Сегодня можно найти редкие сигналы только в диапазоне 153...252 кГц, и то, они для нас из дали. Поэтому диапазон 150...405 кГц в приёмниках выпуска до 1984 г. точно уже не нужен. С 1984 г. ДВ-диапазон сужен до 150...285 кГц, уже с другой компоновкой контуров, что было не к лучшему.

На ДП-ДВ из первых выпусков нет подстроечного конденсатора в гетеродине, в период 1982—1987 гг. установили подстроечные конденсаторы во все три контура. А после 1988 г. убрали построечный конденсатор в выходном ВЧ-контуре. При доработке ДП-ДВ надо установить все три подстроечных конденсатора.

В приёмниках выпуска до 1984 г. (150...405 кГц) МА состоит из двух контурных обмоток 2200 мкГн и 199 мкГн и имеет итоговую индуктивность 2760 мкГн. После 1984 г. с появлением "Океан-214" (150...285 кГц) суммарная индуктивность МА была увеличена до 4,3...4,7 мГн. КПИ во втором ВЧ-контуре имела индуктивность 2,9 мГн и 3,3 мГн соответственно. Гетеродинная КПИ имеет индуктивность соответственно 290 мкГн или 355 мкГн, также без изменения намоточных параметров.

Однако, как показали контрольные расчёты и подробные измерения, МА индуктивностью 4,3...4,7 мГн настроить правильно без переделки выходного ВЧ-контура и гетеродинного контура не получается. Если не менять обмотки, в приёмниках выпуска после 1985 г. останется настроить ДП кое-как "по-за-

водскому" с посредственным результатом. Нужно убрать примерно 30 % контурной обмотки МА, оставив 160 витков (2000...2200 мкГн), и сделать доработку в соответствии с **рис. 32**.

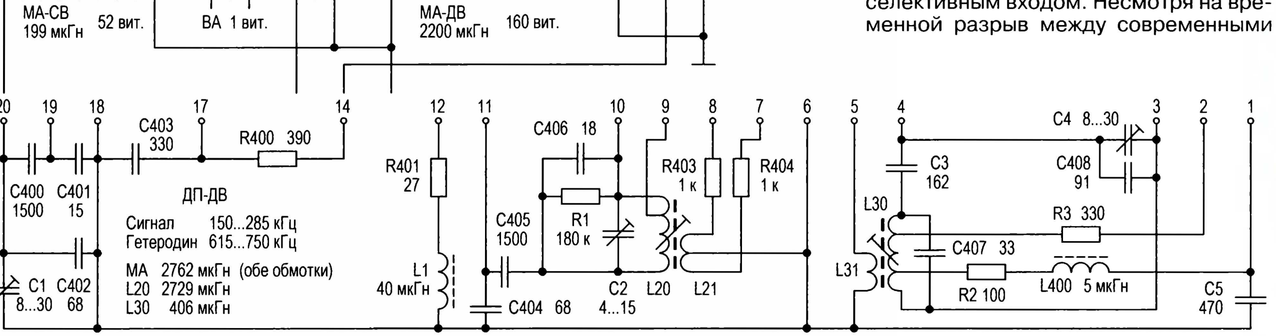


Рис. 32

В новом варианте ДП-ДВ получен небольшой прирост добротности и избирательности. ФНЧ R400C403 заметно подавит паразитный приём КВ-сигналов, так как в нём можно применить большие номиналы элементов.

Дроссели L1 и L400 должны иметь малую паразитную ёмкость и высокую добротность даже на КВ. Резистор R401 (SMD) улучшает стойкость к современным импульсным помехам.

Сначала налаживают гетеродин на перекрытие в диапазоне 615...750 кГц. Потом подстраивают контуры УВЧ и МА на максимальный приём, лучшее сопряжение получится на частотах 150 кГц, 210 кГц и 275 кГц. Выходной ВЧ-контур имеет пониженную добротность, и его максимум резонанса слабо выражен, резисторы R403 и R404 улучшают добротность. При самовозбуждении УВЧ надо установить резистор R1 = 68...220 кОм. По опыту, при доработанном УВЧ и хорошей разводке заземления этот резистор не нужен, и это улучшает избирательность.

10. Указатель диапазона

Чаще всего после комплектации приёмника новыми ДП появятся новые диапазоны, которых нет на шкале. Можно распечатать ленту с индивидуальными надписями и наклеить её на колесо указателя диапазонов. Рекомендуется написать прямое название диапазонов, хорошо читаемым оказалось традиционное исполнение — чёрный шрифт на белом фоне.

Заключение

В лучших традициях путешествий мы оказались на богатом базаре, глаза разбегаются от того, как можно укомплектовать приёмники "Океан" и Selena. Можно тематически составить комплекты, например, сделать сезонные комплекты или подобрать их по месту или региону эксплуатации приёмника и в соответствии с привычками слушателя. Можно составить "Евро-Океан" с ДП для приёма ДВ, СВ-Н, СВ-В и добавить на КВ хотя бы диапазоны 75 метров, 49 метров, 31 метр, 19 метров. На полный охват всех КВ-диапазонов поставить ДП на 75—60 метров, 49—41 метр, 31 метр, 25 метров, 22 метра, 19 метров, 16 метров, добавить штатную ДП-СВ. Приёмник для летнего выезда на природу стоит оборудовать с ДП на СВ-В для приёма с ТА.

Кто прошёл все этапы путешествия, станет ценить аналоговый приёмник с селективным входом. Несмотря на временной разрыв между современными бюджетными SDR и нашими отчасти "германиевыми" приёмниками, последние могут обеспечить куда лучше радиоприём, так как они пропускают в тракт только малую часть энергии широкополосных импульсных помех. Приём ведётся спокойно, без "импульсного дёргания".

Последним этапом путешествия по "Океанам" и времени будет УКВ-блок, о котором можно много почитать и посмотреть на просторах Интернета. Но при этом редко предлагают проверенные измерениями и расчётами решения. Такие "на слух докрученные" УКВ-блоки могут при выезде на природу сильно разочаровать и в мегаполисе дать сбой, после чего мы зря отправим приёмник на дальнюю полку.

__От редакции__. Дополнительные материалы находятся по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2023/10/okean-5.zip__ на нашем FTP-сервере.

Доработка портативной аудиосистемы Telefunken TF-PS1227B

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Сегодня популярны так называемые беспроводные колонки — портативные аудиосистемы. С их помощью можно воспроизводить музыкальные произведения с различных носителей напрямую, а также через Bluetooth. Многие из них имеют возможность принимать УКВ-радиостанции в диапазоне 87,5...108 МГц. Однако при удалении от передающей радиостанции или внутри помещения качество приёма часто становится неудовлетворительным. Этот недостаток присущ и портативной аудиосистеме Telefunken TF-PS1227B (**рис. 1**). Одна из причин — в качестве УКВ-антенны использован отрезок провода длиной около 200 мм, к тому же размещённый внутри корпуса. Поэтому эффективность такой антенны невысока.



Рис. 1

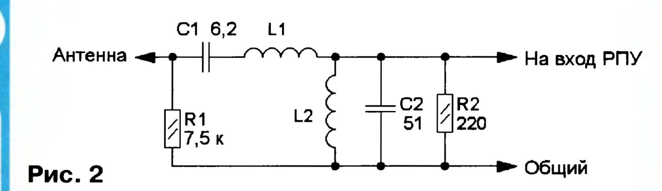


Рис. 2

Устранить этот недостаток можно, если разместить в корпусе аудиосистемы телескопическую антенну, длина которой в разложенном состоянии 500...600 мм. Это обеспечит более уверенный приём УКВ-радиостанций. Но тут могут возникнуть другие проблемы. Дело в том, что в этой аудиосистеме применены всего две микросхемы, одна — УМЗЧ, вторая — микросхема AC22BP17641-65E4, которая выполняет все остальные функции, в том числе и приём УКВ-радиостанций. Внутренняя антенна (отрезок провода) подключена непосредственно к ВЧ-входу второй микросхемы без разделительного конденсатора и каких-либо других элементов. Для такого варианта это допустимо, но не очень хорошо. Если же просто подключить телескопическую антенну, то окажется, что она будет соединена с ВЧ-входом второй микросхемы напрямую. Это может стать причиной появления на этом входе мощных как низкочастотных, так и высокочастотных наводок, что может привести к существен-

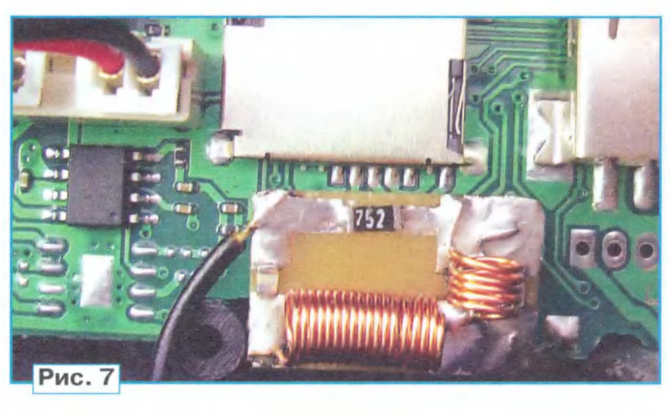


Рис. 7

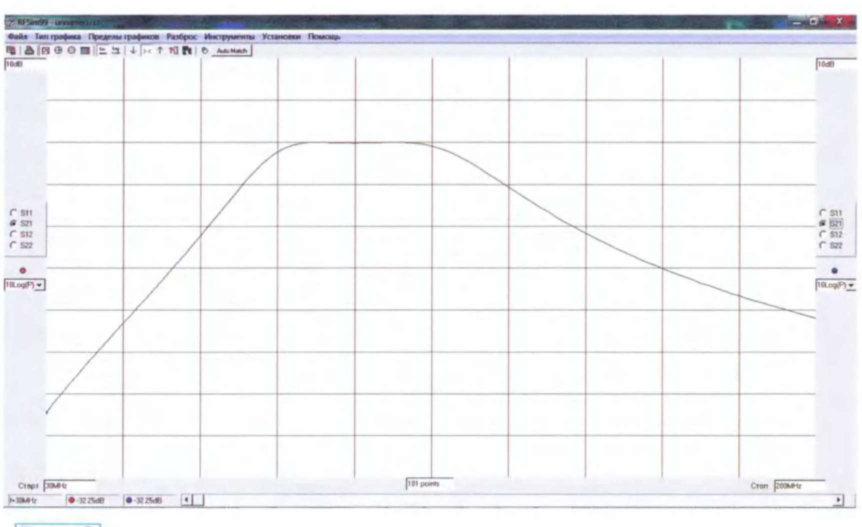


Рис. 3

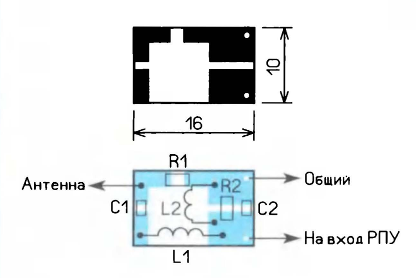


Рис. 4

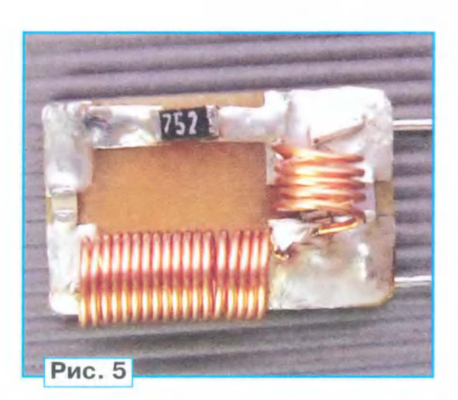


Рис. 5

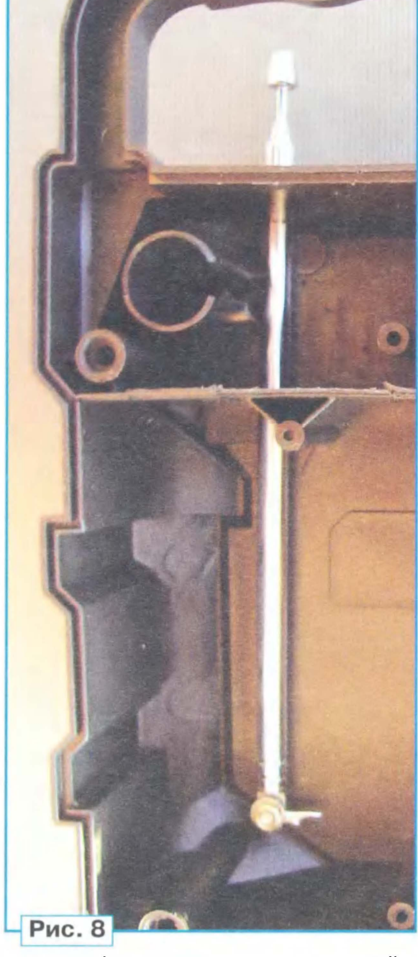


Рис. 8

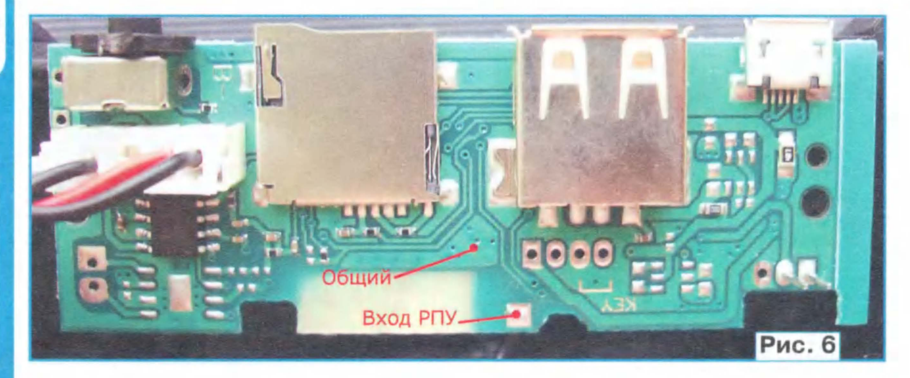


Рис. 6

ному ухудшению качества приёма. Кроме того, существует опасность поступления на ВЧ-вход микросхемы зарядов статического электричества, что может вывести её из строя.

Выходом из этой ситуации может быть установка на ВЧ-входе второй микросхемы полосового фильтра, который бы пропускал сигналы радиостанций УКВ-диапазона и подавлял остальные сигналы и наводки. Схема такого фильтра показана на **рис. 2**. Резистор R1 обеспечивает стекание зарядов статического электричества на общий провод, резистор R2 нужен для согласования фильтра, расчётная АЧХ которого показана на **рис. 3**.

Все элементы фильтра размещены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита, её чертёж показан на **рис. 4**. Постоянные резисторы — для поверхностного монтажа типоразмера 0805 или 1206, конденсаторы — типоразмера 0805. Катушки индуктивности намотаны проводом ПЭВ-1 диаметром 0,4 мм на оправке диаметром 3 мм. Катушка L1 (расчётная индуктивность — 400 нГн) содержит 17 витков (намотка виток к витку), катушка L2 (расчётная индуктивность — 49 нГн) содержит 5 витков, длина намотки — 5 мм. Внешний вид смонтированной печатной платы показан на **рис. 5**. Выход и общий провод фильтра сделаны из медного лужёного провода толщиной около 0,7 мм. С их помощью плата фильтра припаивается к плате аудиосистемы и удерживается на ней. Точки подключения фильтра на плате аудиосистемы показаны на **рис. 6**.

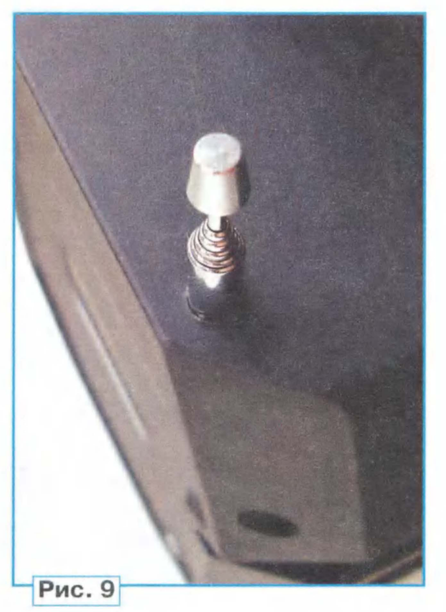


Рис. 9

После установки фильтра на плату аудиосистемы (**рис. 7**) в её корпус устанавливают телескопическую антенну (**рис. 8**) так, чтобы она была удалена от узлов аудиосистемы и не мешала переноске (**рис. 9**).

Приятного прослушивания УКВ-радиостанций!

***От редакции**. Чертёж печатной платы находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/10/rpu.zip** на нашем FTP-сервере.*

Честный звук от компании "Урал"

21 августа в рамках Международной специализированной выставки запасных частей, автокомпонентов, оборудования и товаров для технического обслуживания автомобилей MIMS Automobility Moscow 2023, проходившей в столичном "Экспоцентре" на Красной Пресне, состоялись пресс-конференция и презентация продукции компании "Урал".

Здесь стоит остановиться на истории одной из старейших радиотехнических компаний России. Она существует с 1900 г. и несёт в себе память пяти поколений русских инженеров. В том году немецкий подданный Отто Вильгельмович Треплин основал в Санкт-Петербурге завод "К. Лоренц" по производству телеграфно-телефонного оборудования. В 1918 г. завод был перемещён в Москву и преобразован в "Первый государственный электротехнический завод".

Вся биография завода тесно связана с общественной и экономической жизнью государства. Став лидером в радиотехнической отрасли промышленности страны, предприятие успешно решало поставленные перед ним задачи. В 1926 г. завод переименовали в "Мосэлектрик". В это время завод выпускал средства связи для армии и играл огромную роль в радиофикации сёл и деревень. В 1929 г. на заводе "Мосэлектрик" был налажен выпуск батарейного радиоприёмника РПЛ-2. В 1931 г. за выдающиеся успехи предприятие наградили высшим знаком отличия СССР — орденом Ленина. Завод выполнил первый пятилетний план в рекордные сроки — за 2,3 года. Тогда же, по инициативе заводчан, предприятию присвоили имя наркома тяжёлой промышленности Григория (Серго) Орджоникидзе.



Пресс-конференция компании "Урал".

Заводская радиоаппаратура безотказно работала при беспосадочных перелётах В. Чкалова и М. Громова из Москвы в США, а также на Северном полюсе у знаменитых "папанинцев".

В 1936 г. на радиозаводе разработали и выпустили первый в стране автомобильный радиоприёмник для первых лиц государства АИ-656. Комплекс аудио-видеокомпонентов в современном автомобиле сейчас уже никого не удивляет, а в 30-е годы даже наличие радиоприёмника в автомобиле считалось верхом роскоши.

Это был самый первый советский автомобильный радиоприёмник. Наименование расшифровывается как "Автомобильный, Индивидуальный, 6-контурный 5-ламповый, 1936 г. выпуска". Этим автомобильным приёмником с августа 1936 г. комплектовали легендарный автомобиль ЗИС-101.

Для справки: самый первый автомобильный радиоприёмник в мире выпус-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тила компания Павла Гальвина и Эдуарда Стюарта, впоследствии ставшая называться Motorola, от сокращения слов Motor и Victrola, что означает звук в движении. Его стоимость составляла 250 долл. (около 2800 долл. в сегодняшних ценах), что было слишком дорого для владельцев автомобилей.

В Европе первое автомобильное радио появилось в 1932 г. под маркой Blaupunkt, удалось продать всего около 400 приёмников — по весьма банальной причине: он стоил целых 365 рейхсмарок (очень немалая сумма для тех лет) и потому попадал в разряд роскоши.

Во время Великой Отечественной войны завод эвакуировали в Сарапул, где на нём производили аппаратуру связи для военной техники. Радиостанциями "Тур" ("Тапир") были оборудованы легендарные танки Т-34. Радиостанция 9-Р "Тур" (заводской шифр "Тапир") производилась заводом имени Орджоникидзе № 203 с марта 1942 г. Выпуск был освоен достаточно быстро благодаря тому, что рабочие завода ранее выпускали радиостанцию РСИ-4, на основе которой и появилась 9-Р. Были выпущены варианты 9-РМ (с апреля 1943 г.), 9-РС и редкий вариант 9-РУ.

После войны Сарапульский радиозавод начал производить первые радиоприёмники марки "Урал". В 1968 г. на этом заводе начали выпускать первый в стране автоприёмник-"трансформер" "Урал-авто", который имел встроенный громкоговоритель, легкосъёмное крепление и комплектовался батарейным блоком для автономного питания. Радиоприёмником "Урал-авто-2" комплектовали автомобиль "Москвич-412", который выпускал Ижевский автомобильный завод. К 1971 г. завод выпустил более 30 млн экземпляров этих автоприёмников.

В 1974 г. была разработана первая в СССР автомагнитола АМ-301. В 1998 г. было создано совместное предприятие "Урал-Центр", которое производило самую популярную автомагнитолу



Стенд головных устройств (автомагнитол).



Головное устройство (автомагнитола) и УМЗЧ, разработанные для автомобиля "Волга Сайбер".

NASDAC

МАСШТАБИРУЕМАЯ СИСТЕМА ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ НА БАЗЕ АКТИВНЫХ СЕТЕВЫХ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ UNISON

© NIROKR MOSCOW 2020

Система NASDAC.



Электронный блок активного сетевого громкоговорителя.



Электронный блок активного сетевого громкоговорителя.

России URAL RM-206SA. Это была единственная в своём роде магнитола, которую можно было вынимать из автомобиля, нести домой за фирменную ручку и подключать к домашней аудиосистеме. Ежегодно продавалось более 100000 экземпляров, к 2001 г. автомагнитолы "Урал" занимали 10 % рынка России. Это были 2000-е годы, и машину во дворе оставить было невозможно — гарантировано разбитое стекло.

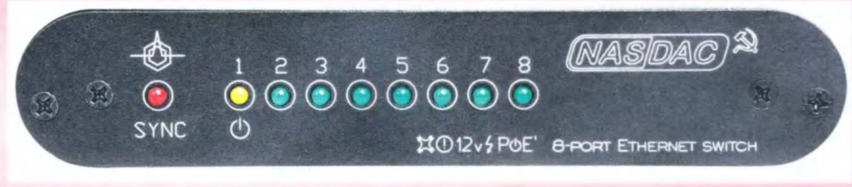
В 2003 г. в тесном сотрудничестве с МТУСИ производство автомобильной акустики "Урал" было организовано в подмосковном Реутово. В том же году рынку был представлен URAL ConceRt CDD, он стал первой в мире перепрограммируемой автомобильной платформой, которой доступны абсолютно любые аудиоформаты. Компьютер превращал пространство автомобиля в профессиональную семиканальную аудиолабораторию. Компания "АвтоАудиоЦентр", одна из группы компаний "Урал", получила золотую медаль Eureka, а президент компании Ю. В. Логинов был лично награждён орденом Шевалье "За развитие изобретательства в европейском обществе".

В 2008 г. "АвтоАудиоЦентр" и Hangsheng создали совместное предприятие Ural & Hangsheng Co. Ltd для разработки, производства и поставок автомобильных компонентов на российский рынок. В 2009 г. "Урал" стал первым брендом, аудиоаппаратура которого серийно устанавливалась на конвейерах крупнейших автозаводов — АВТОВАЗ, УАЗ, ГАЗ.

К 2018 г. налажено производство более 30 моделей высококачественных сабвуферов, подходящих как для "громкого повседнева" или качественного, чёткого, глубокого баса в оформлении типа "закрытый ящик", так и для участия в профессиональных SPL-соревнованиях (Sound Pressure Level — уровень звукового давления) по звуковому давлению. В сентябре 2021 г. многократный чемпион России и рекордсмен мира по автозвуку Рустам Касимов с проектом "Гагарин" победил в финале RASCA (Russia Auto Sound Challenge Association), показав космический результат — 180,3 дБ.

Сегодня компания "Урал" — лидер рынка автомобильной электроники в России, разработчик и производитель аудиокомпонентов, она находится в Москве.





Восьмипортовый сетевой коммутатор.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

NASDAC

8-ПОРТОВЫЙ СЕТЕВОЙ КОММУТАТОР С PoE[1]

ХАРАКТЕРИСТИКИ, СОСТАВ, РАЗЪЕМЫ, ОРГАНЫ ИНДИКАЦИИ

ЛИЦЕВАЯ ПАНЕЛЬ

SYNC
1 2 3 4 5 6 7 8
NASDAC
12V PoE[1] 8-PORT ETHERNET SWITCH

LED_R
Индикатор внешней синхронизации (для ведомого Коммутатора)

LED_Y
Индикатор сетевой активности порта #1 (UPLINK)
Индикатор питания

LED_G$_N$
Индикаторы сетевой активности портов #2...8

ЗАДНЯЯ ПАНЕЛЬ

PWR
Разъем питания

SW_ETH$_N$
Ethernet порт #8...2 (Аудиосеть)

SW_ETH1
Ethernet порт #1 (UPLINK)

Вариант каскадирования коммутаторов

питание
Коммутатор #1
Коммутатор #2
Коммутатор #3
Коммутатор #4
к Источнику данных
5 7 6 7
к активным сетевым громкоговорителям (25 независимых каналов)

$$N = 6 \cdot K + 1$$

N: количество громкоговорителей
K: количество Коммутаторов

- 8 PoE[1] портов 100BASE-TX
- Удаленное включение/выключение
- Напряжение питания: 7...18В
- Ток потребления в ждущем режиме: <1мА
- Ток потребления в активном режиме: <150мА
- Возможность внешней синхронизации
- Возможность каскадирования
- Встроенный предохранитель
- Защищенный алюминиевый корпус
- Фиксация кабелей на задней панели

Восьмипортовый сетевой коммутатор.

NASDAC

ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК ЦИФРОВОГО ИСТОЧНИКА

ХАРАКТЕРИСТИКИ, СОСТАВ, РАЗЪЕМЫ, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

ЛИЦЕВАЯ ПАНЕЛЬ

Индикатор активности оптического входа (TOSLINK)
LED_T

Разъем USB HOST (USB3.0)
USB #1

Индикатор включения Источника
LED_EY

Индикатор соединения с коммутатором локальной сети Ethernet (DOWNLINK1)
LED_EG

LTIN
Совмещенный разъем линейного (LIN) и оптического (TOSLINK) аудиовхода

ETH #1
Разъем интерфейса Ethernet (100/1000 Mbps)

NASDAC
N-905

Индикаторы:

LED_B
Активность канала радиоуправления. Служебные функции

LED_Y
Активность встроенного накопителя SATA HDD/SSD

LED_G
Соединение с Коммутатором аудиосети (DOWNLINK2)

LED_W
Активность WiFi/Bluetooth интерфейса

LED_R
Включение Источника

ЗАДНЯЯ ПАНЕЛЬ

Антенна WiFi 2.4/5 GHz Bluetooth
ANT #1

Разъемы USB HOST (USB2.0)
USB #2 USB #3

Разъем интерфейса Ethernet (100 Mbps PoE)
ETH #2

Антенна канала радиоуправления
ANT #2

PoE
УРАЛ

MBUT
Сервисная кнопка

- Питание по Ethernet-кабелю
- Удаленное включение/выключение
- Напряжение питания: 7...18В
- Ток потребления в ждущем режиме: <15мА
- Ток потребления в активном режиме: <500мА

- Высокопроизводительный 64-битный ARM процессор
- Встроенный 2.5" накопитель большой емкости (HDD/SSD)
- Дистанционное управление по радиоканалу и/или по сети
- Часы реального времени (RTC) с аккумулятором
- Встроенный зуммер-сигнализатор
- Удаленное обновление

Интерфейсы:

- Ethernet 100/1000 Mbps: 1/1
- Двухдиапазонный WiFi + Bluetooth
- USB (Host) 2.0/3.0: 2/1
- SATA II
- SD карта
- Низкоуровневый радиоканал управления
- Аудиовходы TOSLINK/линейный: 1/1 (совмещенный)
- Видеовыходы HDMI/CVBS*: 1(опция)/1(опция)

Электронный блок цифрового источника.



Электронный блок цифрового источника.

На презентации была представлена новейшая разработка в области звуковых технологий NASDAC (Network Acoustic System Digital Analog Converter). Это масштабируемая аудиосистема с произвольным числом каналов, в которой каждый активный громкоговоритель снабжён собственным звуковым процессором. Система впервые демонстрировалась на выставке "Российский High-End 2022" в ноябре прошлого года и получила восторженные отзывы. Она может использоваться как мультирум, система объёмного звучания, многопользовательская система или автомобильная аудиосистема. Во истину — это революционная разработка в области звуковоспроизведения.

В системе NASDAC оконечные устройства — активные динамические головки, которые представляют собой собственно головку, УМЗЧ класса D и звуковой процессор (32- или 64-разрядный DSP) в "одном флаконе". Их можно назвать "умными громкоговорителями" или "интеллектуальными громкоговорителями".

Оконечные устройства подключают к коммутатору, который, по сути, является разветвителем (хабом). Подключение осуществляется по локальной сети Ethernet-кабелем. Оцифрованный сигнал от источника поступает на коммутатор, который распределяет его по активным громкоговорителям, где и происходит окончательная обработка — декодирование и преобразование в аналоговый аудиосигнал.

Источник оцифрованного сигнала — электронный блок, который имеет высокопроизводительный ARM-процессор, встроенный 2,5-дюймовый жёсткий диск (HDD/SSD). Он снабжён тремя разъёмами USB (два USB2.0, один USB3.0), двумя разъёмами Ethernet, может получать сигнал по интерфейсам Wi-Fi и Bluetooth.

Питание активных громкоговорителей осуществляется также по Ethernet-кабелю по технологии PoE (Power over Ethernet). Напряжение питания — от 7 до 18 В. В зависимости от типа применяемых динамических головок мощность может достигать

NASDAC

УСТРОЙСТВА РАДИОУПРАВЛЕНИЯ
ВАРИАНТЫ, КОНСТРУКЦИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКИ

РАДИОДЖОЙСТИК

Индикатор состояния и передачи радиокоманд
Ручка с четырьмя степенями свободы
Дополнительная кнопка (ESC)
Магнитное крепление
Выключатель питания

РАДИОПЕРСТЕНЬ

Микрофон
Дополнительная кнопка (EXT)

	Джойстик	Перстень
Низкоуровневый радиоканал	✔	✔
Дальность связи, м	~15	~15
Ручка с 4 степенями свободы	✔	
3х-осевой акселерометр		✔
Встроенный микрофон		✔
Двухцветный индикатор	✔	
Дополнительная кнопка	✔	✔
Магнитное крепление	✔	
Батарейное питание	✔	✔
Время работы, мес	~12	~6
Удаленное обновление	✔	✔

Группы команд	Джойстик	Перстень
Регистрация устройства в системе	✔	✔
Конфигурация устройства "правша/левша"		✔
Питание системы: *Включение/Выключение*	✔	✔
Разрешение источника Плеер: *Разрешить/Запретить*	✔	✔
Управление воспроизведением Плеера: *Воспроизведение/Пауза*	✔	✔
Мастер-Громкость: *Больше/Меньше*	✔	✔
Громкость НЧ-группы: *Больше/Меньше*	✔	✔
Перемотка в пределах дорожки: *Вперед/Назад*	✔	✔
Перемешивание Глобальное: *Выполнить/Отменить*	✔	✔
Кольцевое переключение Плейлистов: *следующий Плейлист*	✔	✔
Следующий(ая): *Дорожка, Альбом, Исполнитель*	✔	✔
Предыдущий(ая): *Дорожка, Альбом, Исполнитель*	✔	✔
Следующий(ая) Случайный(ая): *Дорожка, Альбом*	✔	✔
Предыдущий(ая) Случайный(ая): *Дорожка, Альбом*	✔	✔
Голосовые команды*, голосовой поиск*		✔

© NIROKR
MOSCOW 2020

Устройства радиоуправления.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА NASDAC

NASDAC

СТРУКТУРА, ИЕРАРХИЯ, РЕСУРСЫ, ВОЗМОЖНОСТИ

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА NASDAC

(АУДИО)СЕТЬ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ *UNISON*

Коммутатор(ы)

Базовые ресурсы:

- Мультирумный* многоканальный* мультиформатный Аудиоплеер
- Медиабиблиотека на локальных накопителях:
  - встроенный SATA HDD/SSD
  - внешние USB-накопители
- Bluetooth-плеер (AAC, aptX)
- Цифровой оптический вход (TOSLINK)
- Аналоговый вход (АЦП)

Предоставляемые ресурсы:

- WEB-сервер (Web-UI доступ к функциям и настройкам NASDAC)
- UPnP/DLNA:
  - (аудио)рендерер
  - медиабиблиотека (медиасервер)
- Приемник потокового аудио (RTP L16/L24)
- Серверы: FTP, SMB, NFS
- Клиенты: SMB*,NFS*
- mDNS сервис
- Протокол удаленного управления мультиформатным плеером

Управление

- Радиоджойстик
- Радиоперстень

Роутер
Точка доступа (Wi-Fi, Ethernet)

ЛОКАЛЬНАЯ СЕТЬ

Предоставляемые ресурсы:

- WEB-клиенты (браузеры)
- mDNS браузеры
- FTP-клиенты
- UPnP/DLNA:
  - контроллеры
  - (аудио)рендереры
  - медиабиблиотеки (медиасерверы)
- Передатчик потокового аудио (RTP L16/L24)
- Сетевые файловые хранилища (SMB, NFS)
- Файловый менеджер (Web-UI)
- Клиенты удаленного управления мультиформатным плеером

Управление +

- Web-UI
- Клиенты удаленного управления

Интернет-провайдер

ГЛОБАЛЬНАЯ СЕТЬ

Предоставляемые ресурсы:

- Облачные файловые хранилища (Google Диск, Dropbox и т.п.)
- Интернет-радиостанции (IceCAST, ShoutCAST и т.п.)
- Стриминговые аудиосервисы (Tidal, Spotify и т.п.)
- NTP-серверы

© NIROKR
MOSCOW 2020

Цифровая экосистема NASDAC.

WEB-приложение NASDAC

NASDAC

СТРУКТУРА, СОСТАВ, ФУНКЦИИ

Плеер (меню Раздела)
- Воспроизведение (меню Страницы): Изменить размер
- Очередь (меню Страницы): Перейти к текущему треку; Очистить очередь воспроизведения; Сохранить очередь в плейлист; Очистить кэш изображений; Сейчас играет; Режим выбора

Библиотека (меню Раздела)
- Файловая система (меню Страницы): Создать папку; Обновить; Режим выбора
- Файлы плеера (меню Страницы): Обновить; Обновить БД плеера; Перестроить БД плеера; Режим выбора
- Библиотека плеера: Исполнитель, Альбом, Трек
- Плейлисты плеера

Опции в режиме выбора:

Выбрать всё
Очистить выбор
Переместить
Переместить в начало очереди
Выйти из режима выбора

Контекстное меню элемента:*

Добавить элемент в начало очереди
Добавить элемент в конец очереди
Заменить очередь / воспроизвести сейчас
Переименовать элемент
Скопировать элемент
Вырезать элемент
Удалить элемент
Сканировать элемент
Пересканировать элемент

* Элемент – папка/файл/ссылка/Исполнитель/Альбом/Трек/Список и их комбинации (в режиме выбора)

Настройки (меню Раздела)
- Общие
- Поиск и добавление
- Коммутация
- Устройства (Вкладки: Все параметры, Балансы, Задержки, Кроссоверы)
- Эквалайзеры
- Группы громкости
- Wi-Fi
- Bluetooth
- Сервисы
- Обновление ПО
- Питание

ЛЕГЕНДА:
Раздел приложения
Страница приложения
По умолчанию

меню Раздела "Настройки"
вход в меню Раздела
вход в меню Страницы
меню Страницы "Файлы Плеера"

Сейчас играет
Кукла с человеческим лицом
Театр абсурда
Пикник
Русский Рок
1:02
3:55

выбор Раздела

© NIROKR
MOSCOW 2020

Web-приложение NASDAC.

NASDAC

WEB-ИНТЕРФЕЙС ПЛЕЕРА
ПРИНЦИП И ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ

селектор объекта переключения (Трек/Альбом/Исполнитель/Список) и способа переключения (Последовательный/Случайный)
переход на Страницу "Очередь"
переключатель и индикатор перемешивания Очереди
вход в меню Раздела "Плеер"
вход в меню Страницы "Плеер"
Сейчас играет
объект переключения:
Трек — Welcome To The Machine
Станция/Альбом — Wish You Were Here
Исполнитель — Pink Floyd
Список — ALL
792 kbps 44/16 ST
аудиопараметры текущего трека/станции/потока (битрейт, частота семплирования, разрядность, число каналов)
изображение обложки альбома, логотипа станции
элементы управления воспроизведением и громкостью
2060/3074
номер текущего объекта / количество объектов в Очереди
1:58
время от начала трека
7:25
указатель положения в треке / управление перемоткой
активный Раздел
длительность трека
разрешение/запрет основных входов (Плеер, Bluetooth, Линейный/TOSLINK)
© NIROKR MOSCOW 2020

Web-интерфейс плеера.



Портативные переносные акустические системы с автономным аккумуляторным питанием серий ТТ и "Гагарин".



Портативные переносные акустические системы серии ТТ компании "Урал" и компании JBL.

40 Вт на каждый громкоговоритель сопротивлением 4 Ом. Внутреннее напряжение питания модуля активного громкоговорителя формирует управляемый преобразователь. Он получает от процессора модуля информацию об амплитуде сигнала и работает "на опережение". Для этого достаточно задержать информационный сигнал перед подачей на УМЗЧ буквально на несколько тактов.

Система NASDAC обеспечивает Hi-Fi-звучание за счёт использования современных методов цифровой обработки звука, многоканальности системы, возможности независимой настройки каждого громкоговорителя. Эту систему очень удобно использовать, особенно в автомобильных приложениях, поскольку при монтаже не требуются дорогостоящие УМЗЧ, отдельные аудиокабели и кабели питания. Рекламный слоган компании — "Ничего лишнего, только звук". Системой можно управлять дистанционно с помощью смартфона с установленным на нём приложением или по радиоканалу с помощью радиоджойстика или радиоперстня на расстоянии до 15 м.

Ещё одно знаковое событие в компании "Урал" — в настоящее время идут работы по установке первой в России

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

автоматизированной линии по сборке громкоговорителей. Теперь динамические головки, разработанные специалистами компании "Урал", будут выпускаться в России.

Сейчас производятся динамические головки серий АК, "Армада", "Булава", "ВарХед" (WarHead), "Классик", "Молния", "Молот", "Патриот", ЧЕ. Это, в основном, СЧ- и ВЧ-головки. Кроме того, компания выпускает НЧ-головки — пассивные сабвуферы (серии "Булава", "Молот", "Патриот", "Симфония", "Ультиматум", ТТ), активные (серии "Симфония" и "Ураган") и подседельные сабвуферы серии "Чёрная вдова".

Компания "Урал" производит портативные переносные акустические системы с автономным аккумуляторным питанием серий ТТ и "Гагарин". Звуковой сигнал подаётся на акустическую систему с любого мобильного устройства по интерфейсу Bluetooth.



Кабельная продукция.

Кроме того, компания производит различные автомобильные антенны, в том числе активные, для наружной установки и для монтажа внутри салона автомобиля, а также силовые и акустические кабели в ПВХ-изоляции. Жилы кабелей серии "Патриот" изготовлены из бескислородной меди марки М006Б (ГОСТ 859-2014) высокой степени очистки (99,9 %). Кабельная изоляция сохраняет стойкость к растрескиванию до температуры +120 °С. Интервал рабочих температур эксплуатации кабеля — −45...+50 °С.

С техническими характеристиками устройств и компонентов можно познакомиться на сайте компании (**https://ural-auto.ru**/).

При подготовке статьи использовались материалы официального сайта компании "Урал" ***ural-auto.ru****.*

Редакция благодарит представителя компании "Урал" Анатолия Шихатова за предоставленные дополнительные материалы.

Из начинки электронных сигарет.
Автономная светодиодная лампа

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Эта статья продолжает тему использования начинки одноразовых электронных сигарет (ОЭС) [1, 2], и в ней приведено описание конструкции автономной светодиодной лампы. Такая лампа может быть полезной для временного освещения подсобных помещений, кладовок и т. д., где отсутствует сеть 230 В по причине трудности её проведения или опасности использования, например, в сырых подвальных помещениях. Такую лампу можно держать в комнате и брать с собой в случае необходимости. Кроме того, лампа будет полезной в случае перебоев в сети 230 В.

От ОЭС использованы Li-Ion аккумулятор ёмкостью 0,95 А·ч и датчик давления на основе микросхемы SG803B. Датчик давления на этой микросхеме использован как контроллер зарядки аккумулятора, который является источником питания для светодиодного модуля 2В3С (напряжение питания — 10...12 В) [3], максимальная потребляемая мощность — 3 Вт). Поэтому дополнительно в устройство введён повышающий преобразователь напряжения со стабилизацией тока на основе микросхемы PT4110E89E [4].

Рис. 1

Схема устройства показана на **рис. 1**. Как отмечено выше, датчик давления А1 выполняет функции контроллера и индикатора зарядки аккумулятора. Источник питания напряжением 5 В (зарядное устройство сотового телефона, смартфона и т. д.) подключают к разъёму XS1. Кроме указанного разъёма microUSB, здесь можно применить любой другой, подходящий по размерам и конструкции. Если аккумулятор разряжен, во время его зарядки светодиод датчика А1 светит и гаснет по её окончании. При отключении зарядного устройства он кратковременно вспыхивает.

Импульсный преобразователь собран на микросхеме DA1 (PT4110E89E) и обеспечивает питание светодиодного модуля EL1 стабильным током, который можно установить подборкой резистора R3: $I_{СВ} = 0{,}3/R3$. С помощью подачи управляющего сигнала на вход EN (вывод 3) микросхемы DA1 можно включать и выключать преобразователь.


Рис. 2

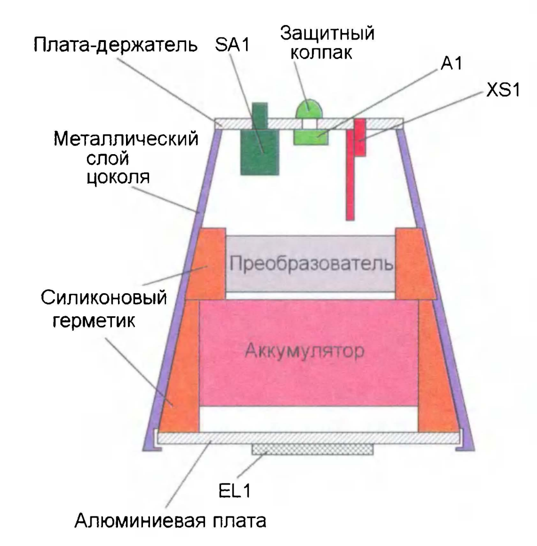


Рис. 4

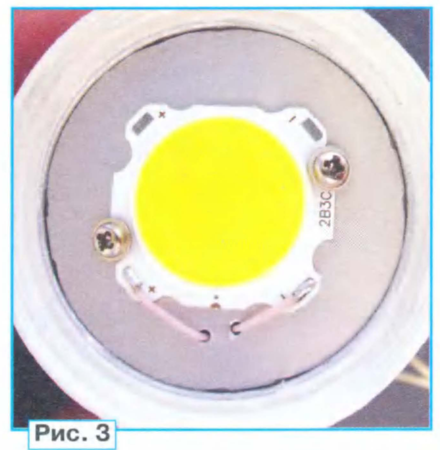


Рис. 3

Напряжение переключения — 1...1,2 В. Поскольку преобразователь работоспособен при снижении напряжения питания до 2,2...2,5 В, он может разрядить аккумулятор до слишком низкого напряжения, что может быть недопустимо. Для исключения такой ситуации на вход EN с делителя R1R2 подано напряжение, зависящее от напряжения аккумулятора, с помощью которого можно включать и выключать преобразователь. Подстроечным резистором R2 можно установить напряжение аккумулятора, при котором преобразователь выключается. Если такая функция не требуется, устройство упрощается, и резисторы R1 и R2 не нужны, а вход EN (вывод 3) микросхемы соединяют со входом питания IN (вывод 1).

Теперь о конструкции автономной лампы. В качестве корпуса был использован корпус от сетевой светодиодной лампы с цоколем E27. Но подойдёт не любая лампа с этим цоколем, дело в том, что он должен быть таким, чтобы в нём можно было бы разместить все узлы устройства. Подошла лампа торговой марки Kodak с заявленной мощностью 11 Вт (**рис. 2**). Отличительной особенностью её конструкции является то, что алюминиевая плата со светодиодами вставляется в алюминиевую часть цоколя в круговой паз. Поэтому плату нетрудно вынуть из цоколя и вставить обратно. Светодиоды и другие детали удаляют с платы, и на её обратной стороне с помощью винтов-саморезов закрепляют светодиодный модуль 2В3С (**рис. 3**). В плате сделаны отверстия для проводов, соединяющих модуль с платой преобразователя.

Конструкцию устройства поясняет **рис. 4**. Металлическая часть цоколя с резьбой удалена, светорассеиватель не показан. Внутри

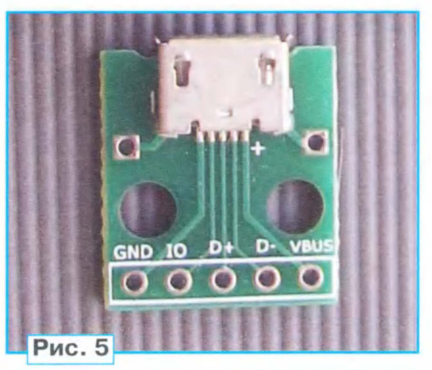
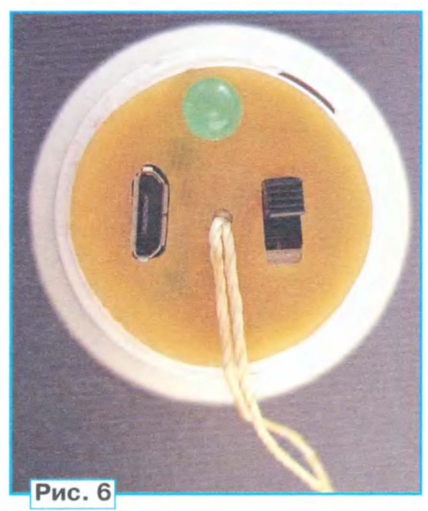
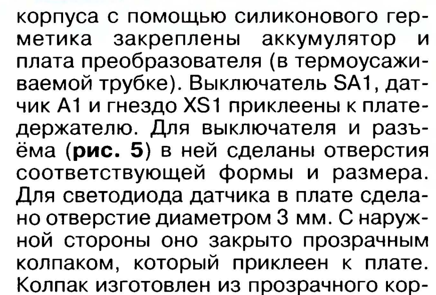


Рис. 5


Рис. 6


корпуса с помощью силиконового герметика закреплены аккумулятор и плата преобразователя (в термоусаживаемой трубке). Выключатель SA1, датчик A1 и гнездо XS1 приклеены к плате-держателю. Для выключателя и разъёма (**рис. 5**) в ней сделаны отверстия соответствующей формы и размера. Для светодиода датчика в плате сделано отверстие диаметром 3 мм. С наружной стороны оно закрыто прозрачным колпаком, который приклеен к плате. Колпак изготовлен из прозрачного корпуса светодиода диаметром 5 мм. Его часть с кристаллом аккуратно удаляют с помощью кусачек, остальную часть стачивают надфилем для получения

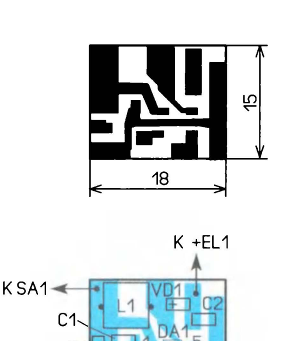


Рис. 7

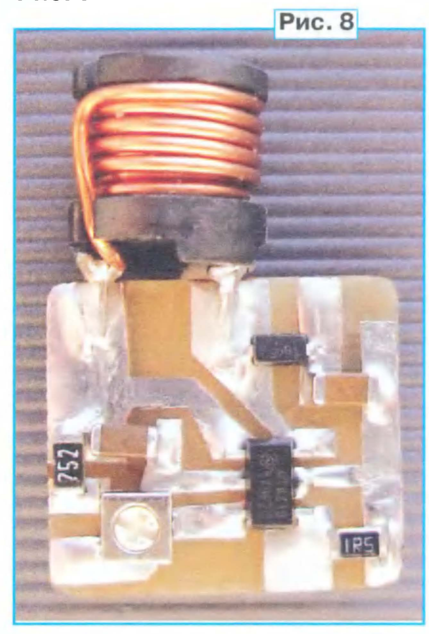
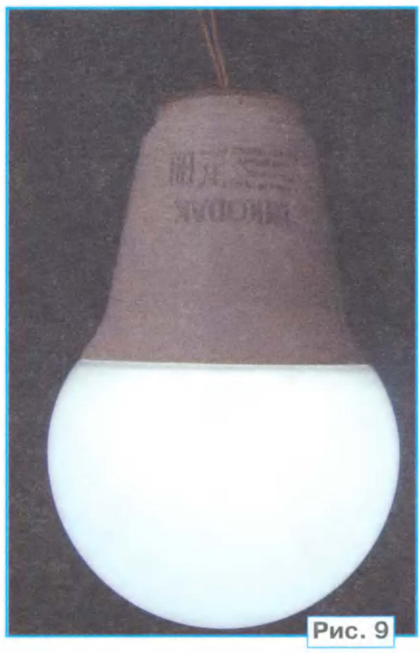


Рис. 8

плоской поверхности. Колпак должен быть или бесцветным, или его цвет должен соответствовать цвету свечения светодиода датчика. Плата приклеена к корпусу лампы. Для крепления всех элементов был использован молекулярный моментальный клей с так называемым сварочным гранулятом. Внешний вид верхней части лампы показан на **рис. 6**. Для подвешивания лампы к плате можно прикрепить шнур.

Все элементы преобразователя размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм, её чертёж показан на **рис. 7**. Применены постоянные резисторы и конденсаторы для поверхностного монтажа типоразмера 1206, подстроечный резистор — серии PVA3A (RVG3A). Диод может быть любым выпрямительным быстродействующим Шоттки с допустимым прямым током не менее 1 А. Дроссель — силовой серии VLCF5028T или SLF10145T. При их отсутствии можно применить (если позволят габаритные размеры лампы) дроссель серии RLB0712 с допустимым током не менее 1 А. Выключатель питания SA1 должен быть рассчитан на ток не менее 1 А, например, движковый серии B3009 (SS12D10) с допустимым током 2 А.


Рис. 9

Смонтированная плата показана на **рис. 8**.

Налаживание сводится к установке тока через светодиодный модуль подборкой резистора R3 и порога выключения преобразователя подстроечным резистором R2. Внешний вид включённой лампы показан на **рис. 9**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Об использовании электронной начинки одноразовых электронных сигарет при создании радиолюбительских устройств. — Радио, 2023, № 8, с. 30—34.

2. **Нечаев И.** Из одноразовых электронных сигарет. Карманный фонарь. — Радио, 2023, № 9, с. 57—60.

3. 2В3С. — URL: **https://chip-center.ru/product/2b3c-cob-12v-3vt-matrica-sveto-diodnaya-holodnyy-belyy/** (14.07.23).

4. PT4110. High Efficiency White LED Driver. — URL: **http://www.datasheet39.com/PDF/826574/PT4110E89E-datasheet.html** (14.07.23).

От редакции. *Чертёж печатной платы находится по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2023/10/lampa.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Настенные часы-термометр на микроконтроллере PIC16F684

В. СУРОВ, г. Горно-Алтайск

Как в Интернете, так и на страницах радиолюбительских журналов можно встретить большое число схем часов, которые, помимо времени, отображают температуру с выносного датчика температуры. Только автором на страницах журнала "Радио" в разные годы было опубликовано несколько таких статей.

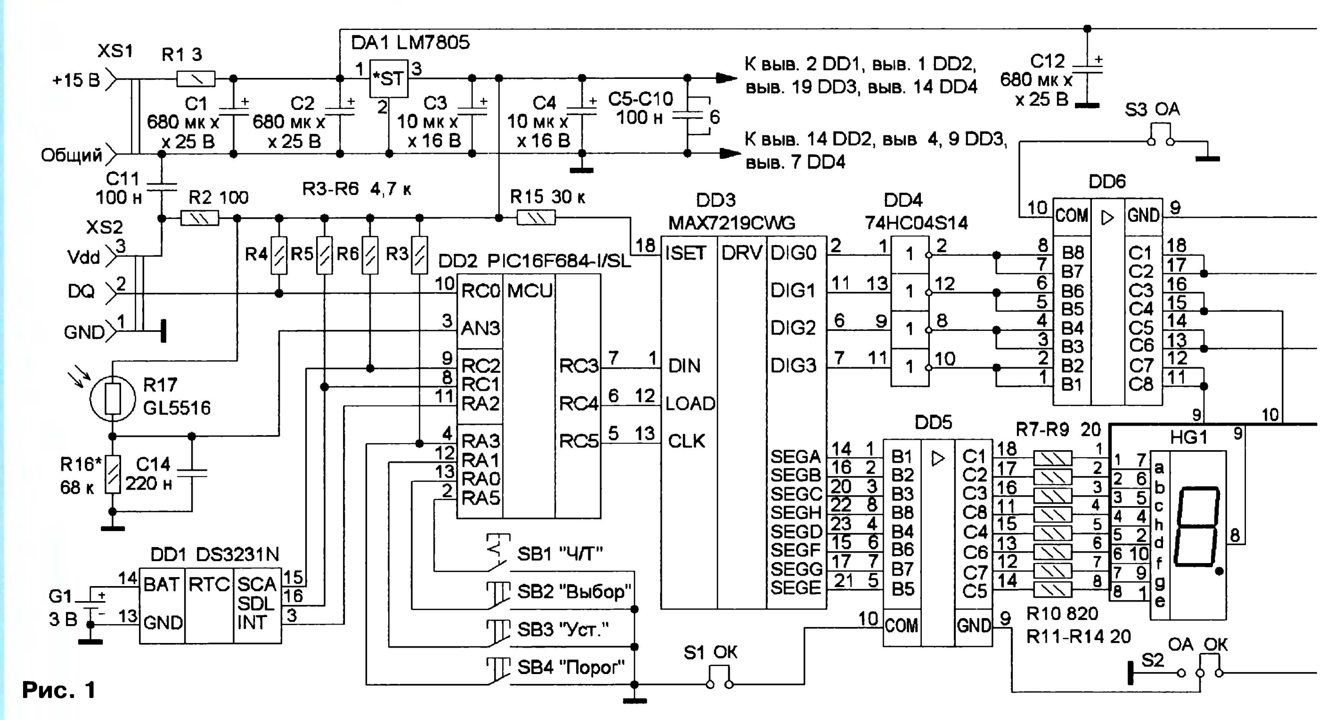


Рис. 1

Предлагаю вашему вниманию очередную конструкцию настенных часов-термометра, функционал которых в сравнении с аналогичными часами имеет ряд новшеств, что должно заинтересовать любителей подобных конструкций.

Настенные часы-термометр (далее — часы) выполнены на базе недорогого микроконтроллера (МК) PIC16F684, который управляет светодиодным драйвером MAX7219. Тактирование и отсчёт времени осуществляются с помощью современных и высокоточных часов реального времени DS3231N. В качестве индикаторов использованы семиэлементные светодиодные индикаторы с высотой знака 75 мм. Плата разработана с учётом возможной установки комплекта индикаторов как с общим анодом (ОА), так и с общим катодом (ОК). В качестве датчика температуры используется цифровой датчик DS18B20. Также вместо него можно использовать датчик DS1820 или DS1822. Программа МК автоматически определяет используемый тип датчика и начинает работать с ним без каких-либо дополнительных настроек.

Часы обладают следующим функционалом:

— отображение времени в формате 24 ч с гашением незначащих нулей в показаниях;

— отображение наружной температуры с выносного датчика или внутренней с датчика температуры, встроенного в DS3231N. Интервал измерений температуры с выносным датчиком DS18B20 — от −55 °С до+125 °С и точностью 0,5 °С в интервале от −10 °С до +85 °С. Точность внутреннего датчика в DS3231N хуже и может варьироваться в интервале ±3 °С;

— возможность установки временного интервала отображения показаний времени и/или температуры (2—9 с);

— регулировка яркости свечения индикаторов;

— автоматическая плавная и настраиваемая пороговая регулировка яркости индикаторов в зависимости от освещённости помещения.

Схема часов показана на **рис. 1**. Счёт времени осуществляется высокоточными часами реального времени DD1, его обмен данными с микроконтроллером DD2 осуществляется по протоколу I^2C. В случае отключения основного питания RTC (DD1) резервное питание чипа осуществляется от литиевого элемента G1 CR2032 напряжением 3 В. Связь МК DD2 с драйвером DD3 осуществляется по протоколу SPI, а с внешним датчиком температуры, который подключают к разъёму XS2, по протоколу 1-Wire. Микросхема DD4 инвертирует сигналы, поступающие на драйвер DD6, который вместе с драйвером на DD5 управляет выходными сигналами (размахом 15 В) и соответственно включением индикаторов HG1—HG4. Резисторы R7—R14 служат для ограничения тока через элементы индикаторов.

Питание часов осуществляется от блока питания напряжением 15 В. Мощность, потребляемая часами от сети, не превышает 1 Вт. Напряжение питания +5 В для микросхем часов формируется линейным стабилизатором DA1 (LM7805). Конденсаторы С1—С13 служат для фильтрации напряжения питания. На плате также предусмотрена установка повышающих DC-DC преобразователей в случае питания часов от источника постоянного тока напряжением 5 В, на схеме они не показаны. Поэтому на плату эти "лишние" детали не устанавливают, хотя место для них предусмотрено.

Фоторезистор R17 и цепь R16C14 формируют сигнал для управления яркостью свечения индикаторов в зависимости от освещённости в помещении. Цепь R2C11 фильтрует питание для датчика температуры, резистор R4 "подтягивает" к источнику питания его сигнальный вывод. Установка параметров часов осуществляется кнопкой с фиксацией и самовозвратом SB1 и тактовыми кнопками без фиксации SB2—SB4.

Установку параметров часов проводят в следующей последовательности:

1. При первом включении часов, после кратковременного (тестового) включения всех элементов светодиодных индикаторов, начинает отображаться реальное время в 24-часовом формате, и мигают децимальные точки (**рис. 2**).

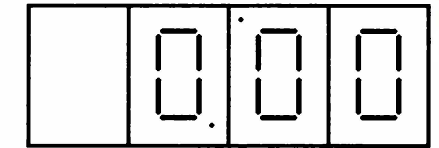


Рис. 2

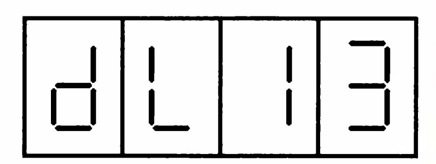


Рис. 3

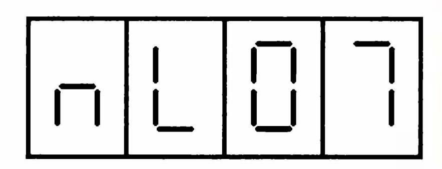
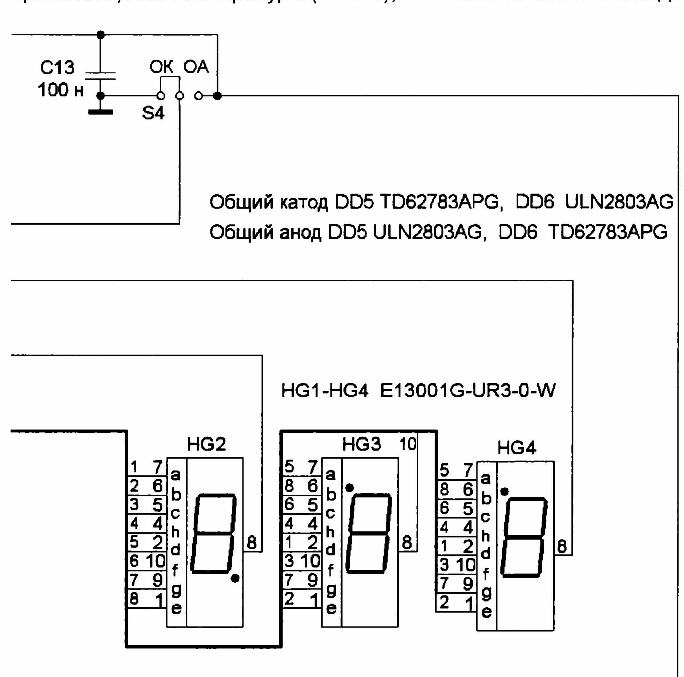


Рис. 4

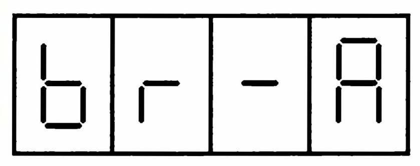
2. Через 3 с (по умолчанию) происходит смена показаний на значение температуры. Если выносной датчик температуры не подключён, на индикаторах будут отображаться прочерки и значок градусов Цельсия.

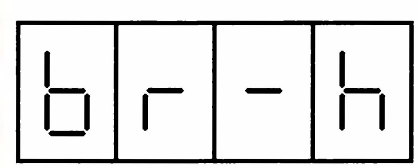
После нажатия на кнопку SB2 "Выбор" на индикаторах появится аббревиатура dL13 (**рис. 3**), где dL (day Light) — дневной свет, а 13 — уровень яркости (по умолчанию). Теперь нажатием на кнопку SB3 "Установка" мы увеличиваем яркость индикации (которая изменяется сразу) до значения, необходимого пользователю. Уровень яркости можно изменять по кольцу от 8 до 15. После нажатия на кнопку SB2 "Выбор" значение этого параметра записывается в память МК, и происходит переход на следующее окно, которое показано на **рис. 4**.

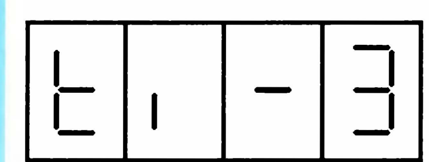
3. Аббревиатура nL07 означает (night Light) — ночной свет, где 07 — уровень яркости. Здесь устанавливают уровень яркости индикаторов при снижении освещённости в помещении ниже заданного порога в ручном режиме. Яркость изменяется по кольцу от 0 до 7. В остальном манипуляции аналогичны пункту 1.

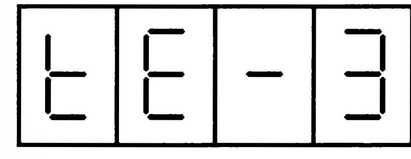


4. Следующее нажатие на кнопку SB2 "Выбор" выводит на индикаторы аббревиатуру br-A (**рис. 5**), где br (bright) — яркость, А — автоматический режим. Теперь нажатием на кнопку SB3 "Установка" можно выставить ручной режим — аббревиатура br-h (**рис. 6**), где h — hand (ручной). И так — каждым очередным нажатием на кнопку по кругу.


Рис. 5


Рис. 6


Рис. 7


Рис. 8

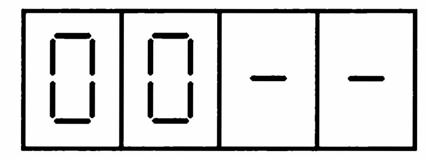
В ручном режиме изменение яркости индикаторов происходит скачкообразно при снижении/превышении порогового значения освещённости. В автоматическом же режиме яркость индикаторов изменяется плавно в соответствии с заданными в программе МК параметрами.

5. Следующее нажатие на кнопку SB3 "Установка" выводит на индикаторы аббревиатуру ti-3 (**рис. 7**), где ti — (time) время, 3 — значение продолжительности отображения часов-минут (в секундах по умолчанию). Теперь нажатием на кнопку SB3 "Установка" можно выбрать время отображения показания часов и минут от 2 с до 9 с.

6. Нажатие на кнопку SB2 "Выбор" выводит на индикаторы аббревиатуру tE-3 (**рис. 8**), где tE — (temperature) температура, 3 — продолжительность отображения температуры в секундах (по умолчанию). Теперь нажатием на кнопку SB3 "Установка" можно выбрать продолжительность отображения показания температуры от 2 с до 9 с.

7. Нажатие на кнопку SB2 "Выбор" выводит на индикаторы цифры и прочерки (**рис. 9**) для установки значения часов, которое изменяют нажатием на кнопку SB3 "Установка" по кольцу от 0 до 23.

8. Затем, нажав на кнопку SB2 "Выбор", выводят на индикаторы цифры ранее установленных часов и нули на индикаторах минут — ЧЧ00 (**рис. 10**),


Рис. 9

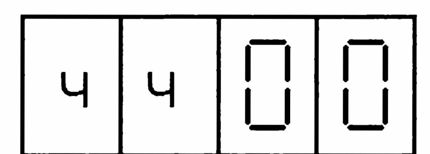


Рис. 10

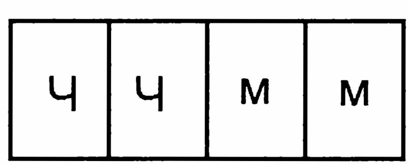
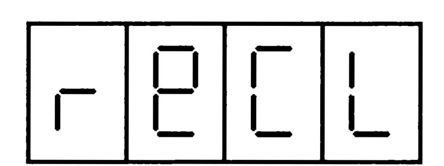


Рис. 11


Рис. 12

где ЧЧ —установленное значение часов. Установка минут осуществляется также нажатием на кнопку SB3 "Установка", значение изменяется по кольцу от 0 до 59.

9. Следующее нажатие на кнопку SB2 "Выбор" выводит на индикаторы заданное пользователем время ЧЧММ, где ЧЧ — установленные показания часов, ММ — установленные показания минут (**рис. 11**).

Когда наступит необходимый момент точного значения времени, например, 00 мин и 00 с, нужно кратковременно нажать на кнопку SB2 "Выбор", и часы начнут отсчёт времени, что подтвердится миганием децимальных точек.

Для установки порога переключения яркости дневной/ночной необходимо зафиксировать кнопку SB1 в нажатом положении в момент отображения времени и, прикрыв фоторезистор рукой, сымитировать тёмное время суток. Затем необходимо кратковременно нажать на кнопку SB4 "Порог" до появления на индикаторах аббревиатуры reCL — запись света (**рис. 12**). После чего эту кнопку можно отпустить и кнопку SB1 "Режим" перевести в отжатое положение.

Для выбора отображения значения температуры с выносного или внутреннего датчика температуры необходимо зафиксировать кнопку SB1 "Режим" в нажатом положении в момент отображения температуры. Затем необходимо нажать на кнопку SB4 "Порог" до появления на индикаторах показания с выбранного пользователем (внутреннего или внешнего) датчика температуры, после чего эту кнопку можно отпустить и перевести кнопку SB1 "Режим" в отжатое положение. Если выбран режим отображения температуры с выносного датчика, а сам датчик не подключён, то на индикаторах будут отображаться прочерки.

Для отображения на индикаторах только одного варианта значения (время или температура) необходимо кнопку SB1 "Режим" зафиксировать в нажатом положении в момент отображения нужных показаний.

Применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — импортные, остальные — керамические К10-17 или импортные. Цифровые микросхемы DD5 и DD6 в DIP корпусах, остальные цифровые микросхемы в корпусах серии SO. В качестве фотодатчика, помимо указанного на схеме фоторезистора, можно использовать фоторезистор FR5226 или GL5506, но сопротивление резистора R16 должно быть другим. Примерный номинал резистора R16 для указанных фоторезисторов 7,5 кОм и 22 кОм соответственно. Гнездо XS1 — DS-210B, гнездо XS2 — TJ4-6P4C, кнопка SB1 — PS22-F03, кнопки SB2—SB4 — угловые кнопки TS-A6PV-130 h=12mm, светодиодные индикаторы — серии E13001 красного свечения.

После пайки датчика температуры к проводам кабеля на него надета металлическая гильза, зафиксированная термоусаживаемой трубкой с клеевым слоем. В качестве вилки на кабель датчика температуры использована телефонная вилка TP-6P4C (RJ12), также на плате дополнительно предусмотрено посадочное место для другого варианта, под разъём CWF-3R. Если для питания часов использован блок питания напряжением 15 В, то три пары контактных площадок на плате со значком "*" (звёздочка) необходимо замкнуть.

Двухсторонняя печатная плата с металлизацией отверстий, шелкографией и защитным покрытием, размерами 300×120 мм изготовлена по заказу на заводе в Китае. Ввиду большого размера чертёж платы на страницах журнала не приводится.

Hex-файл для программирования МК и чертёж платы размещены на сайте журнала.

Монтаж начинают с установки МК, о его программировании будет написано ниже по тексту, затем устанавливают остальные детали и только в последнюю очередь индикаторы. В зависимости от типа используемых индикаторов (ОК или ОА) на плате необходимо замкнуть соответствую-

щие контактные площадки и установить соответствующие микросхемы DD5 и DD6. Стабилизатор напряжения DA1 устанавливают параллельно плате и через отверстие в теплоотводе диаметром 3,2 мм крепят винтом с гайкой к плате. Для лучшей теплопроводности на теплоотвод стабилизатора со стороны крепления к плате необходимо нанести теплопроводящую пасту КПТ-8.

Установка порога срабатывания фотоэлемента проводится следующим образом. Часы желательно разместить на планируемом месте их установки, после чего включить режим автоматической регулировки яркости. Если в этом состоянии при полном затемнении фотодатчика яркость индикаторов с низкой сменится на высокую, необходимо подобрать резистор R16 (увеличить сопротивление). Для удобства настройки временно (или постоянно) его можно заменить подстроечным резистором.

Для удобства программирования микроконтроллера DD2 на плате предусмотрены технологические отверстия с металлизацией для штыревого разъёма кабеля, идущего в комплекте к программаторам PICkit2 и PICkit3. Программировать МК необходимо после его установки первым элементом на плату. После удачной прошивки можно приступать к установке остальных деталей, следует помнить, что индикаторы устанавливают в последнюю очередь. Третий и четвёртый индикаторы устанавливают в перевёрнутом виде, децимальными точками вверх.

Использование программной проверки контрольной суммы при считывании данных с датчика температуры позволяет без помех считывать данные при длине кабеля датчика температуры в несколько десятков метров.

На **рис. 13** и **рис. 14** представлен один из возможных вариантов оформления корпуса часов с фасадной частью, выполненной из багета для картин. Индикаторы красного свечения закрыты тонировочной плёнкой. Для изготовления корпуса были использованы две деревянные рейки размерами 320×30×10 мм и ещё две рейки, одна размерами 120×30×10 мм, вторая — размерами 120×20×10 мм. С одной из сторон каждой из длинных реек, на высоте 5 мм от края, сделаны продольные углубления (3×3 мм), которые служат направляющими для установки задней крышки корпуса часов. Для создания эффекта красного дерева все рейки обработаны водной морилкой соответствующего цвета и затем покрыты быстросохнущим лаком ХВ-784.

Перед установкой багета необходимо вырезать по размеру площади всех индикаторов кусок автомобильной тонировочной плёнки с подходящим процентом затенённости и, в соответствии с инструкцией по применению, наклеить её на индикаторы. Далее можно установить собранный багет на лицевую сторону часов. Изготовление и сборку багета под размеры часов лучше доверить специалистам из багетной мастерской. После установки багета с лицевой стороны с обратной стороны устанавливаются рейки с заранее сделанными отверстиями для разъёмов и кнопок. После чего вся конструкция крепится с помощью термоклея изнутри по контуру платы. Сзади плата закрыта отрезком картона или тонкой ДВП. Для подвешивания часов на стене использованы D-кольца для картин, которые привинчены к верхней рейке корпуса (**рис. 15**).

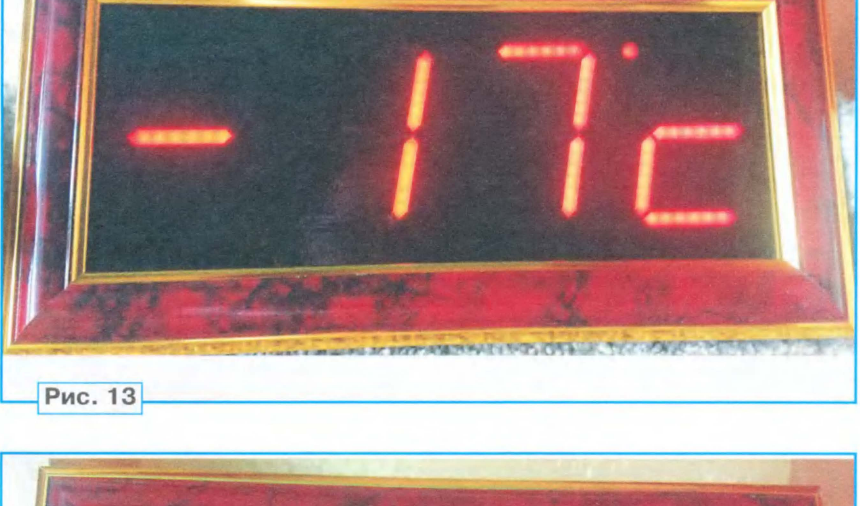

Рис. 13


Рис. 14


Рис. 15

От редакции. *Hex-файл для программирования микроконтроллера и чертёж платы в формате Sprint-Layout 6.0 в авторском исполнении находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2023/10/clock.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Коммутатор точечных светильников

В. КРАВЦОВ, г. Новороссийск Краснодарского края

Предлагаемое устройство предназначено для дистанционного включения в различных сочетаниях нескольких групп точечных светильников с помощью одиночного настенного выключателя.

В последнее время для освещения жилых помещений часто стали использоваться точечные светильники, обычно размещённые в определённом порядке на натяжном или подвесном потолке. В связи с ремонтом помещений, связанным с монтажом натяжных потолков, автор также решил установить такие источники света в нескольких комнатах. Из-за отсутствия дополнительной электропроводки было решено подключить эти светильники к существующим комнатным люстрам с помощью дополнительного коммутатора. Раздельное управление ими было решено производить путём периодической коммутации выключателем люстры. Вариант с использованием пульта управления сразу отпал ввиду необходимости оснащения такими светильниками нескольких комнат.

Все дополнительные светильники и люстра имеют общий нулевой провод, что исключает использование распространённых схем с диодными мостами, к тому же в светодиодных лампах таких светильников часто используется упрощённый драйвер, содержащий гасящий избыточное напряжение конденсатор, не позволяющий использовать постоянный ток. Коммутатор должен иметь очень небольшие габариты, позволяющие разместить его в колпаке люстры или одного из точечных светильников, а также быть нечувствительным к кратковременным пропаданиям напряжения в сети и дребезгу контактов настенного выключателя, которые могут привести к произвольному переключению групп светильников.

Этим условиям удовлетворяет коммутатор, схема которого приведена на **рис. 1**. Все элементы устройства размещены на небольшой печатной плате размерами 48×34 мм из фольгированного стеклотекстолита FR4 толщиной 1,5 мм, которая соответствует размерам спичечного коробка. Основным управляющим элементом является двоичный счётчик DD1.1, выходы которого подключены к электронным ключам на полевых транзисторах VT2—VT4. Каскадное подключение этих транзисторов к последовательно соединённым излучающим диодам симисторных оптронов U1—U3 используется для того, чтобы снизить общий ток управления. Транзисторы просто замыкают излучающие диоды симисторных оптронов, выключая их и, соответственно, выходные симисторы VS2—VS4, а протекающий ток через резистор R6 меняется незначительно в интервале от 5 мА до 6 мА. Такое подключение позволило снизить общий потребляемый устройством ток и уменьшить ёмкость балластного конденсатора C7 до 0,15 мкФ. Симисторные оптроны U1—U3 включают выходные симисторы VS2—VS4 в момент перехода сетевой полуволны через ноль, поэтому в этот момент ток управления через излучающие диоды оптронов должен быть не менее 5 мА, что и обеспечивается конденсатором C7 за счёт фазового сдвига между током и напряжением. Часть питающего тока протекает через резисторы R7.1 и R7.2. Ёмкость сглаживающего конденсатора фильтра C4 невелика, но устройство работает с ним устойчиво уже при ёмкости равной 2,2 мкФ.

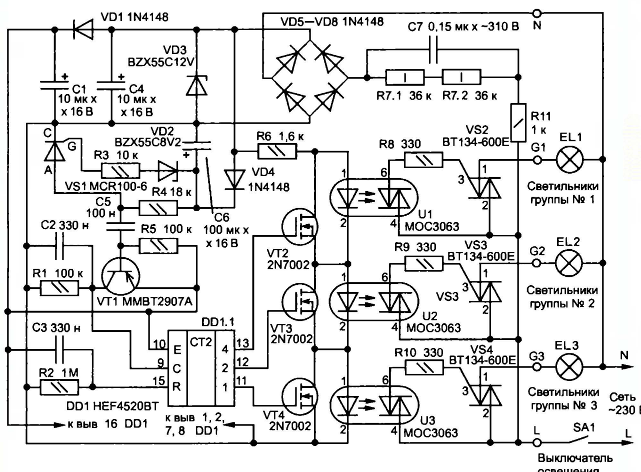
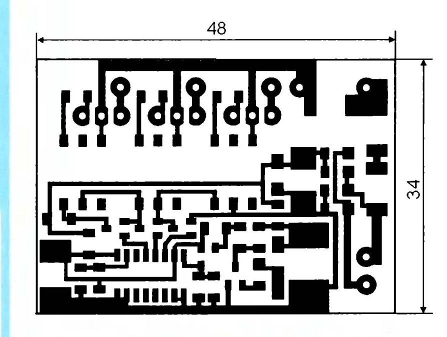


Рис. 1



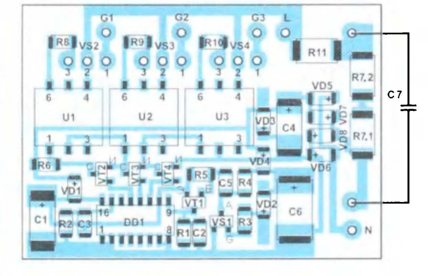


Рис. 2

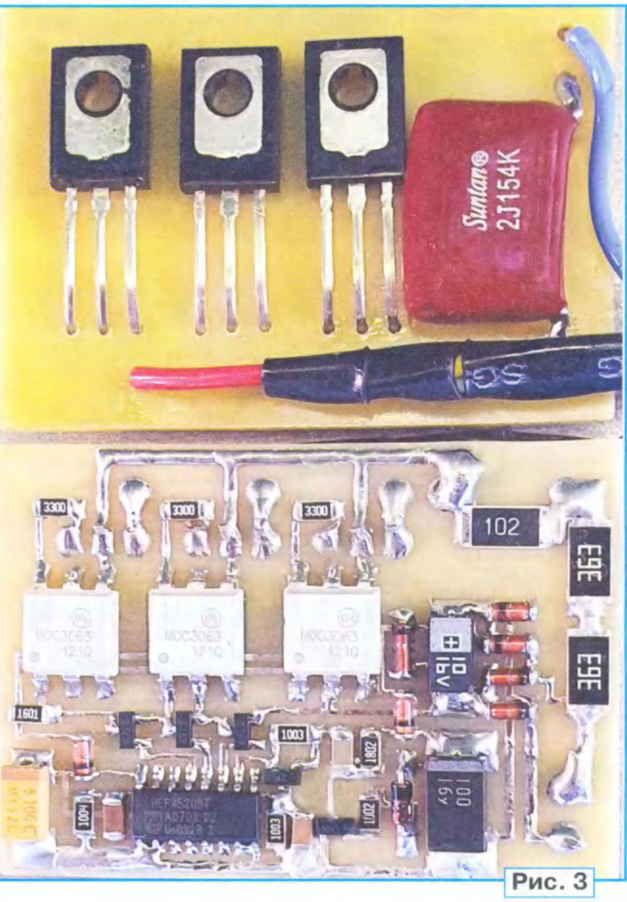
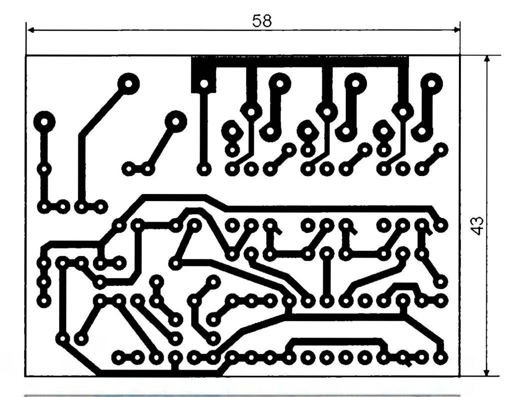


Рис. 3



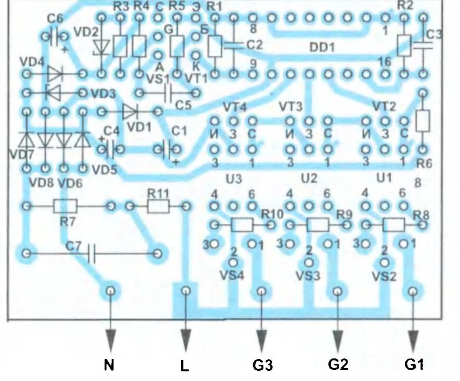


Рис. 4

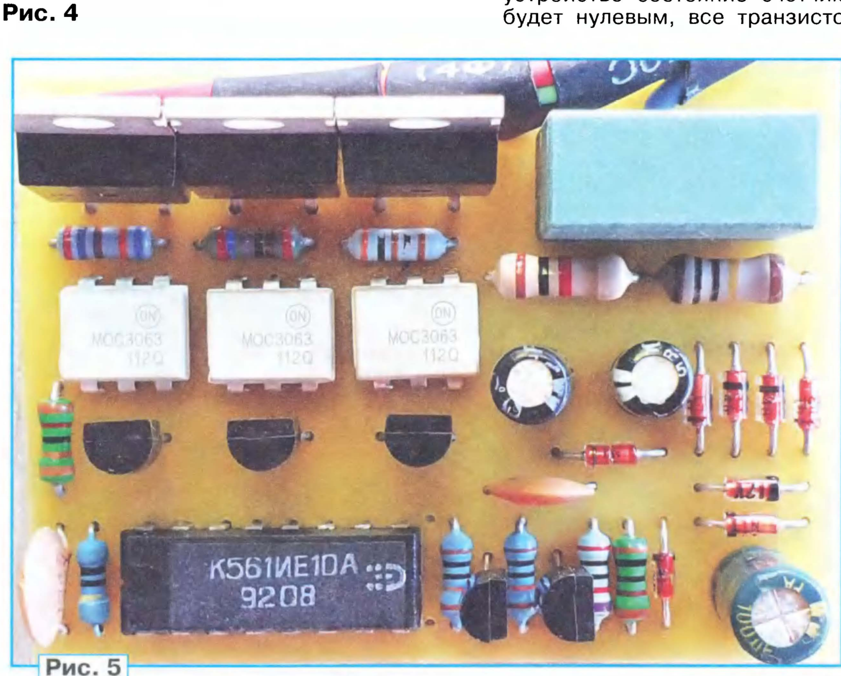


Рис. 5

Для исключения хаотичного переключения счётчика DD1.1 при включении светильников используется узел на тиристоре VS1 и транзисторе VT1. При подаче питания начинает заряжаться конденсатор C6 и при достижении примерно 9 В через стабилитрон VD2 открывается тиристор VS1, формируя с помощью конденсатора C5 и транзистора VT1 импульс сдвига счётчика DD1.1 на один такт. Никакой дребезг контактов выключателя или помехи в электросети при включении ламп не вызывают повторных импульсов сдвига счётчика, и он переключается строго на следующую позицию.

Для исключения ложного переключения счётчика из-за прямого воздействия помех непосредственно на его счётный вход служит конденсатор C2. При отключении питания конденсатор C6 разряжается через резистор R4 примерно за 2 с, повторное включение питания по истечении этого времени вновь вызовет появление импульса сдвига счётчика, который не должен сброситься в ноль, а только прибавить единицу к выходному коду. Для этого счётчик питается через цепь VD1C1. При малом токе утечки конденсатора C1 время сохранения сформированного кода счётчиком DD1.1 при отключении сети составляет десятки минут. После длительного перерыва в работе подача питания приводит к сбросу счётчика DD1.1 в ноль посредством цепи R2C3. Полевые транзисторы VT2—VT4 использованы для того, чтобы не нагружать выходы счётчика DD1.1 при обесточивании устройства, продлевая время разрядки конденсатора C1. При первой подаче напряжения на устройство состояние счётчика будет нулевым, все транзисторы VT2—VT4 будут закрыты, через все излучающие диоды симисторных оптронов U1—U3 протекает открывающий ток, и на всех выходах G1—G3 появляется напряжение, равное сетевому. При кратковременном размыкании контактов настенного выключателя SA1 не менее, чем на 2 с на выходе 1 (вывод 11) счётчика появится лог. 1, транзистор VT4 открывается, а на выходе G3 напряжение отключается. Следующее выключение/включение SA1 вызовет появление лог. 1 на выходе 2 (вывод 12), отключение напряжения на выходе G2 и повторное появление напряжения на выходе G3. С третьим выключением/включением напряжение останется только на выходе G1 и т. д.

Устройство было изготовлено в нескольких экземплярах и с применением различной элементной базы. В основном использовались элементы для поверхностного монтажа. Резисторы R7, R11 — типоразмера 2512, остальные — типоразмера 0805. Керамические конденсаторы C2, C3, C5 также типоразмера 0805. Оксидные конденсаторы — танталовые для поверхностного монтажа. Транзистор VT1 может быть практически любой структуры p-n-p, а полевые транзисторы 2N7002 (VT2—VT4) можно заменить на NDS7002A в корпусе SOT23. Тиристор MCR100-6 или аналог — в корпусе SOT23. Симисторные оптроны необходимо выбирать на максимальное напряжение не менее 500 В и ток управления не более 5 мА, в крайнем случае на 10 мА, но тогда придётся увеличить ёмкость конденсатора C7 до 0,22 мкФ, а сопротивление резистора R6 уменьшить до 820 Ом. Стабилитрон VD3 может быть любым малогабаритным на напряжение 12...13 В и мощностью 0,5 Вт. Он служит только для защиты счётчика при бросках напряжения в сети, а в штатном режиме напряжение на нём обычно не достигает уровня стабилизации. Стабилитрон VD2 может быть на напряжение 6,8...9,1 В. Тип используемых симисторов VS2—VS4 выбирают, исходя из максимальной мощности нагрузки на выходах. Внешние цепи устройства подключаются с помощью пяти гибких проводников длиной около 15 см, припаянных к плате и оканчивающихся наконечниками НШВИ. По окончании монтажа и проверки работоспособности плату покрывают защитным лаком. К симисторам с помощью теплопроводящего клея приклеена алюминиевая пластина — теплоотвод размерами 30×30 мм и толщиной 2 мм, а затем плата помещалась в отрезок термоусаживаемой трубки диаметром 45 мм, которая усаживалась с помощью термофена. Чертёж печатной платы с использованием элементов для поверхностного монтажа показан на **рис. 2**, а внешний вид собранного устройства на **рис. 3**.

Несколько коммутаторов было изготовлено с использованием выводных элементов. Чертёж печатной платы этого варианта показан на **рис. 4**. Она также изготовлена из одностороннего фольгированного стеклотекстолита FR4 толщиной 1,5 мм. В качестве счётчика DD1 использована микросхема К561ИЕ10А, транзисторы VT2—VT4 — 2N7000 в корпусе TO-92. Тиристор MCR100-6 использован в корпусе TO-92. Следует иметь в виду, что расположение выводов у этого тиристора в корпусах SOT23 и TO-92 разное. Оксидные конденсаторы — импортные аналоги отечественных К50-35. В устройстве можно использовать любые металлоплёночные резисторы мощностью 0,125 Вт (кроме R7, R11) ряда E12 или E24. В качестве выходных симисторов использованы BT138-600, но можно

применить иные, с подходящими параметрами. Симисторные оптопары U1—U3 можно заменить на MOC3043M или подобные. При налаживании коммутаторов с микросхемой К561ИЕ10А выявился их недостаток, заключающийся в неустойчивом переключении разрядов при наличии небольших фронтов у импульса на входе С (вывод 9). У этих экземпляров пришлось исключить конденсатор С2. Проверить устойчивость переключения при использовании импортного аналога CD4520BE не представилось возможным из-за отсутствия таких микросхем. С импортной микросхемой HEF4520BT таких проблем не наблюдалось. Все экземпляры начинали работать сразу без сбоев и ошибок.

Подходящих корпусов для такого варианта исполнения найти не удалось. Пришлось обернуть платы толстой полиэтиленовой плёнкой и закрепить края липкой лентой. Изготовить корпуса путём склеивания пластин из полистирола или пайки из отрезков фольгированного текстолита не получилось, поскольку собранное устройство не помещалось внутрь светильника. Внешний вид смонтированного устройства на обычных элементах приведён на **рис. 5**.

Предложенный коммутатор можно, конечно, использовать для переключения ламп в люстрах или нагрузок, не связанных с освещением, также в устройство легко добавить четвёртый выход, но для этих целей существуют более простые устройства, правда, не обладающие вышеприведёнными достоинствами.

От редакции. *Чертежи печатных плат в авторском исполнении находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2023/10/komm.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

ИЗ ИСТОРИИ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Через тернии — к микросхемам

Часть 4.

МОП-микросхемы

А. ЧЕЧНЕВ, пос. Володарского Московской обл.

Сокращение МОП означает технологическую особенность создания активных элементов — транзисторов, принцип работы которых основан на полевом эффекте и расшифровывается как металл-окисел-полупроводник, полностью отражая структуру последних. В иностранной технической литературе используется аббревиатура MOS — metal-oxide-semiconductor (**фото 1**).

Некая таинственность и отсутствие доступной информации о создании МОП-микросхем послужили стимулом к проведению и опубликованию этого исследования. Надеюсь, что хотя бы в общих чертах удалось воссоздать события, связанные с началом промышленного производства МОП-микросхем за рубежом и в нашей стране.

Начало

Весной 1963 г. трое сотрудников американской компании Fairchild подали заявления об увольнении и ушли, чтобы основать собственное дело. Причина, на первый взгляд, была странная — руководство отказало в исследовании и продвижении на рынок новой технологии по созданию интегральных МОП-транзисторов.

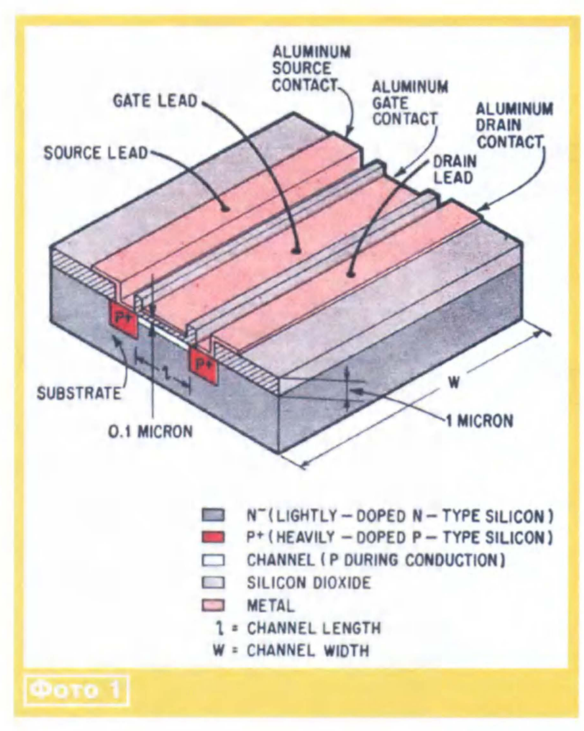


Фото 1

Этими сотрудниками были Боб Норман, Говард Бобб (впоследствии один из основателей AMI) и Фил Фергюсон. Самой большой проблемой, с которой они столкнулись, был капитал, необходимый для того, чтобы компания начала свою работу. Этот непростой вопрос был решён, когда в компании появился четвёртый джентельмен — полковник Артур Лоуэлл, командующий Военно-морским бюро вооружений. Лоуэлл имел связи с компанией под названием Pyle National благодаря своей военной работе, и когда компания захотела сделать инвестиции, Лоуэлл предположил, что бизнес-план, предложенный Норманом, Боббом и Фергюсоном, имеет большой потенциал для успеха. Pyle National была очень хорошо зарекомендовавшей себя компанией, специализирующейся на производстве и продаже электрических разъёмов — важнейших компонентов военной техники. Рекомендация Лоуэлла пришлась по душе совету директоров, и было заключено соглашение, по которому Pyle National вложила от 4 до 5 миллионов долларов капитала, чтобы запустить клон Fairchild. Так и появилась компания General Micro-electronics (GM-e). Основатели сразу приступили к работе, и к августу 1963 г. они нашли здание по адресу 2920 San Ysidro Way в Санта-Кларе, Калифорния (буквально по соседству с Fairchild), наняли персонал, а также приобрели и/или построили оборудование, необходимое для немедленного начала производства микросхем (**фото 2**).

Их первым производственным заданием было разработать собственную линейку совместимых с Fairchild MicroLogic микросхем на биполярных транзисторах для использования в качестве финансирования разработки их проекта интегральных МОП-микросхем. Семейство логических микросхем на бипо-

лярных транзисторах было быстро разработано и поступило на рынок под торговой маркой Milliwatt Logic (**фото 3**). Эти чипы были совместимы с семейством MicroLogic от Fairchild, предлагая аналогичные или идентичные функции чипам Fairchild. Поскольку топология чипов была собственной разработкой GM-е, а не заимствованной, компания Fairchild ничего не могла с этим поделать.

До ухода Боб Норман участвовал в правительственных проектах, связанных с использованием экономичной серии логики Fairchild для различных военных приложений. Благодаря этому GM-е смогла заинтересовать правительство в их семействе Milliwatt Logic для ряда специальных изделий. Один из проектов — цифровой дифференциальный анализатор, используемый для управления полётом вертолёта, нуждался в более сложном уровне интеграции, чем могла обеспечить милливаттная логика в рамках ограничений по размерам и мощности конструкции.

Этот проект послужил стимулом для GM-е запустить свою линию по производству МОП-микросхем. В июне 1964 г. GM-е успешно разработала двойной 20-разрядный динамический регистр сдвига на полевых транзисторах, который должен был использоваться в цифровом дифференциальном анализаторе. Это устройство, разработанное Бобом Норманом, стало первой коммерческой МОП-микросхемой и заложило основу для буквальной революции в мире интегральных схем. После успеха этой конструкции Министерство обороны США в 1965 г. заказало более сложный набор из двух микросхем для использования в таймере подрыва для боеприпасов. Производственный процесс изготовления МОП-микросхем компании GM-е (**фото 4**) теперь был проверен на практике.

В **таблице** приведены серии интегральных микросхем, выпускаемых компанией GM-е.

Основываясь на этих успешных изделиях, GM-е разработала линейку МОП-микросхем малой и средней степени интеграции, которые стали продаваться как семейство "PicoLogic". Для увеличения продаж были начаты поиски оптовых потребителей. И такими потребителями могли быть производители настольных калькуляторов (**фото 5**).

Именно в этот момент Говард З. Богерт (05.05.1935—28.12.2003) выходит на первый план. Его ум, казалось, был предопределён для понимания сложностей проектирования интегральных схем, цифровой логики и всего остального, связанного с электроникой. Бывший сотрудник Fairchild Богерт, заняв должность старшего инженера-электронщика в начале становления GM-е, предложил использовать МОП-транзисторы для хранения электрических зарядов, по сути, создавая память на основе

For detailed Electrical Specifications and Design Rules Handbook, contact Mr. Earl Gregory, Manager, Semiconductor Device Marketing.

GMe General Micro-electronics Inc.

2920 SAN YSIDRO WAY, SANTA CLARA, CALIFORNIA 95051 TWX 737-9961 (408) PHONE 739-2897 (408)

electronics December 27, 1963 CIRCLE 9 ON READER SERVICE CARD 9

Фото 2

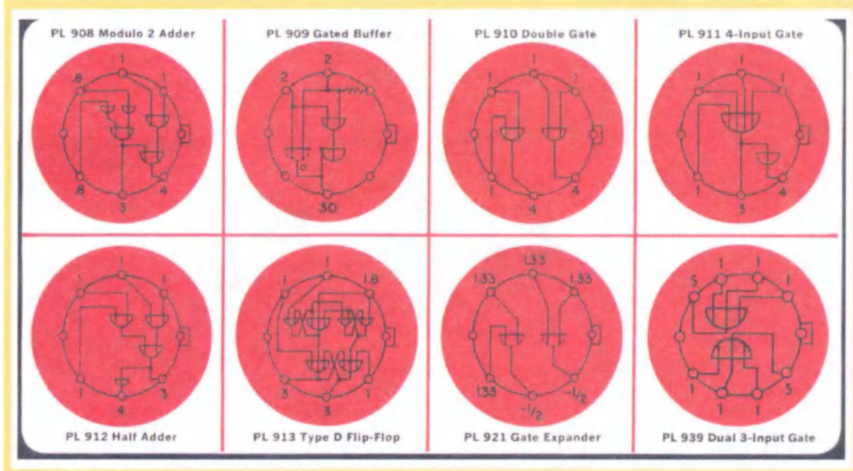
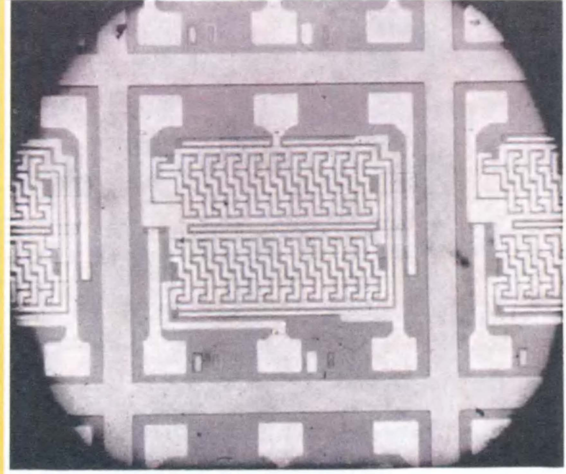


Фото 3



World's first commercially available metal-oxide-semiconductor complex integrated circuit. The 20-bit serial shift register contains 120 MOS devices was introduced at the West Electronics Show and Convention in August, 1964

Фото 4

DTL Integrated Circuits	
NAND/NOR Gates	254G3, 254G4, 264D2, 264D5, 264DR, 263DG, 264G9, 263Q, 263Q2, 264T2
Power Gates	264P, 264E3, 264D3,264D4
NAND/NOR Buffers	264L, 264B3, 264B4, 264E4
Binary Elements	264B (RST Flip Flop), 264MB (RST Flip Flop), 264JK (JK Flip Flop)
Delay Elements	264SS (Multivibrator)
Expanders	254DD, 254D3, 254G6, 254DA
RTL Integrated Circuits	
RTL Gates	134G (Gate), 134D2 (Dual Gate), 134D3 (Dual Gate), 134B (Buffer), 134E (Expander Gate), 134H (Half-Adder), 134A (Adder), 134R (Register)
MOSFET Integrated Circuits	
Shift Registers	pL5000 Series (register lengths from 8—100 bits)
Analog Switches	pL4S01, pL4S02 (digital to analog storage register)
Counters	pL5050 (Dual decade counter), pL4C01 (BCD decade counter)
Gates	pL4G01 (Dual 4-input), pL4G02 (BCD to decade counter)
Module	pL4M01 (Dual JK Flip Flop)

			50 to 199 units	1,000 units
pL4C01	BCD decade counter	GME	34.50	19.40
pL4G01	Dual 41-1 input gate	GME	12.60	7.10
pL4G02	BCD-to-decimal decoder	GME	35.10	19.70
pL4G03	BCD-to-binary converter	GME	21.60	12.20
pL4R01	9-bit shift register parallel-to-serial converter	GME	39.95	22.30
pL4R02	9-bit shift register serial-to-parallel converter	GME	39.95	22.30
pL4M01	Dual J-K flip-flop	GME	16.40	9.25
pL4S01	Four-channel analog switch	GME	28.80	21.80
pL4S02	Digital-to-analog converter storage register	GME	38.70	16.20
pL5050	Dual decade counter	GME	29.75	18.00
pL5100	100-bit shift register	GME	52.00	30.00
pL5120	Dual 20-bit shift register	GME	56.00	32.50
pL5150	Dual 50-bit shift register	GME	56.00	32.50
pL5172	72-bit shift register	GME	56.00	32.50
pL5208	Dual 8-bit shift register	GME	44.60	27.85
pL5216	Dual 16-bit shift register	GME	44.60	27.85
pL5220	Single 20-bit shift register	GME	37.80	21.85
pL5232	32-bit shift register	GME	41.50	25.80
SC1170	3-input gate	GME	8.05	....
SC1171	Low-power binary	GME	11.90	....

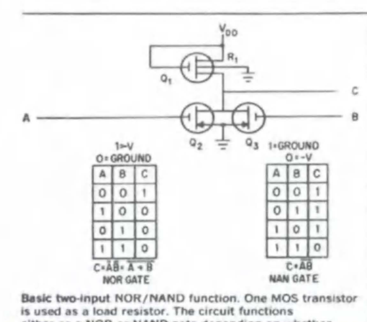
Фото 5

А в 1964 г. Богерт в свободное от работы время построил электронный калькулятор, используя милливаттные логические микросхемы GM-e. Машина представляла собой базовый четырёхфункциональный восьмиразрядный калькулятор. Он был встроен в корпус размерами с настольный компьютер. Богерт сделал предложение GM-e заняться производством калькулятора в качестве коммерческого продукта. Одной из компаний, проявившей особенно сильный интерес в 1964 г., была чикагская Victor Comptometer, — компания, которая добилась успеха благодаря своим очень высококачественным механическим счётным машинам и калькуляторам, ориентированным на бизнес. Victor Comptometer хотела, чтобы в калькуляторе использовались самые МОП-технологии. Его идея легла в основу устройств оперативной МОП-памяти, ключевой разработки, которая в конечном итоге привела к замене памяти на магнитных сердечниках (ферритовых кольцевых магнитопроводах) (англ. magnetic core memory), что сделало компьютеры быстрее, меньше, дешевле и гораздо менее энергоёмкими. Теория Богерта была воплощена на практике в 1969 г., когда компания Intel представила коммерческие микросхемы оперативной памяти, заложившие основу для революции в компьютерной индустрии. Одной из причин, по которой Intel смогла разработать свой первый чип МОП-памяти (Intel 1101 — МОП-микросхема, MOS-IC) статической оперативной памяти объёмом 256 бит, было то, что ряд сотрудников, которые были глубоко вовлечены в разработку технологии MOS-IC GM-e (включая Джоэла Карпа, основного разработчика чипа памяти Intel), покинули GM-e, чтобы присоединиться к начинающей Intel. Но вернёмся к нашей истории в середину 60-х годов.

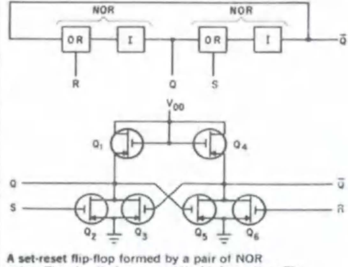


Фото 6

Breadboard system of small serial computer is at the left. Next to it is a typical logic card with 48 MOS integrated circuits: device count: 864 MOS transistors. A substitution logic card with single complex integrated circuit representing the 96 circuits is at the right. Miniature card with complex MOS integrated circuit is at bottom, center.



Basic two-input NOR/NAND function. One MOS transistor is used as a load resistor. The circuit functions either as a NOR or NAND gate depending on whether



A set-reset flip-flop formed by a pair of NOR gates. The circuit stores one bit of information. The flip-flop state is permanent until the circuit is reset (or set). This circuit is a basic building block

Фото 7

современные технологии и новые высокотехнологичные МОП-интегральные схемы GM-e.

В октябре 1964 г. GM-e и Victor Comptometer заключили официальное контрактное соглашение на разработку и производство калькулятора модели 3900. Инженеры GM-e немедленно приступили к разработке прототипа с использованием специально разработанных МОП-микросхем малой интеграции, аналогичных семейству милливаттных логических чипов, которые Богерт использовал для создания своего калькулятора, но использующий МОП-технологию. Этот прототип послужил потом основой для разработки БИС, из которых будет состоять серийный калькулятор.

Учитывая, что Богерт уже разработал калькулятор, было естественно, что его назначили ответственным за логический дизайн калькулятора, который собирались создать для Victor Comptometer.

С архитектурной точки зрения калькулятор Victor 3900 не был особенно уникальным, хотя конечная реализация с использованием БИС была экстраординарной. Логика управления была реализована с использованием жёстко запрограммированной логической архитектуры, с триггерами в качестве элементов хранения состояний и комбинаторной логикой для выработки всех сигналов, которые управляли работой машины. Машина использовала двоично-десятичное представление чисел (BCD), причём каждый регистр состоял

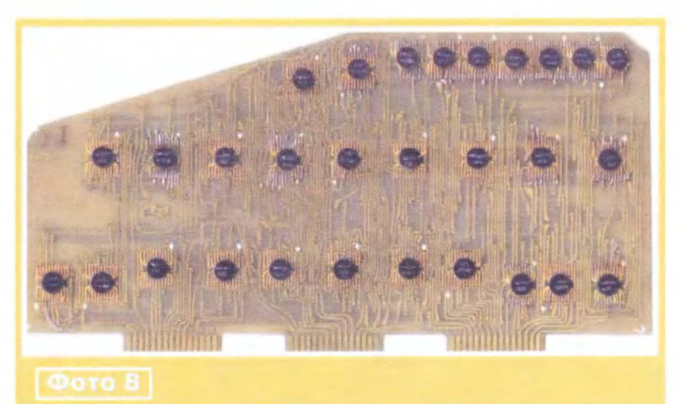
из 22 цифр BCD. Двадцать цифр представляли собой цифры номера в реестре. Две другие цифры использовались для отслеживания знака и положения десятичной точки. На самом деле в то время не было другого выбора, кроме как использовать электронно-лучевой дисплей, подобный тому, который использовался компанией Friden в их калькуляторе Friden EC-130 (**фото 6**).

GM-e поставила перед конструктором прототипа калькулятора главную цель — привести его в соответствие с размерами корпуса, определёнными заказчиком. Другая цель состояла в том, чтобы разработать прототип таким образом, чтобы он был выполнен в виде законченных логических узлов на печатных платах, чтобы отдельные платы калькулятора, разработанные с использованием МОП-микросхем малой интеграции, имитировали реальные большие МОП-микросхемы, которые планировалось производить позже. Концепция заключалась в создании отдельных печатных плат с микросхемами малой интеграции, которые эффективно функционировали бы как каждая из больших МОП-интегральных схем, что позволило бы прототипу служить платформой для тестирования больших МОП-микросхем, содержащих до 300 p-канальных МОП-транзисторов на кристалле, когда они будут готовы. К началу 1965 г. прототип был создан и хорошо работал (**фото 7**). К тому же и полностью соответствовал техническим требованиям по скорости вычислений.

Сотрудник GM-e Джин Стивенсон с соавтором Бобом Норманом — разработчики методов проектирования больших МОП-микросхем в GM-e — изучили статью, написанную IBM. Стивенсон написал специальное программное обеспечение для небольшого компьютера IBM GM-e. Программа помогла сгенерировать графические макеты для микросхем, основываясь на идеях из статьи IBM. Процесс создания макета на основе компьютерных средств был выполнен ручными методами. Как только макеты были подготовлены, они были фотографически уменьшены до крошечных фотошаблонов, которые использовались для оптического отображения различных слоёв большой МОП-микросхемы. Пока шла фактическая разработка микросхем, были созданы методы, позволяющие тестировать чипы на уровне кристалла и способы тестирования готовых приборов.

По мере того как схемотехника каждого типа микросхем уточнялась, они изготавливались и устанавливались в функционально соответствующую печатную плату, идентичную печатной плате прототипа калькулятора на МОП-микросхемах малой интеграции. Каждая плата с большими МОП-микросхемами была подготовлена и протестирована отдельно перед подключением к прототипу. Пример БИС на плате — снизу по центру на фото 7.

Когда проектирование БИС было завершено, получилось, что разработано в общей сложности 23 уникальных микросхемы, каждая из которых содержала около 300 p-канальных МОП-транзисторов, что эквивалентно примерно 50 логическим микросхемам малой степени интеграции. Это было более чем в два раза больше числа транзисторов на одном кристалле, чем было достигнуто кем-либо до этого времени. В результате высокого уровня интеграции вся электронная начинка калькулятора в конечном итоге заняла всего три печатные платы. Основная логическая плата содержала все большие p-МОП-микросхемы, составляющие вычислительный мозг машины (**фото 8**). Другая печатная плата была задействована в создании главного тактового сигнала и некоторых узлов синхронизации. Последняя плата была задействована в генерации цифр дисплея и синхронизации. Все три платы были помещены в пластиковый корпус, что делало их единым "логическим модулем" и позволяло очень легко заменить весь "мозг" машины за одну простую операцию. На основной логической плате Victor 3900 использовалось в


Фото 8

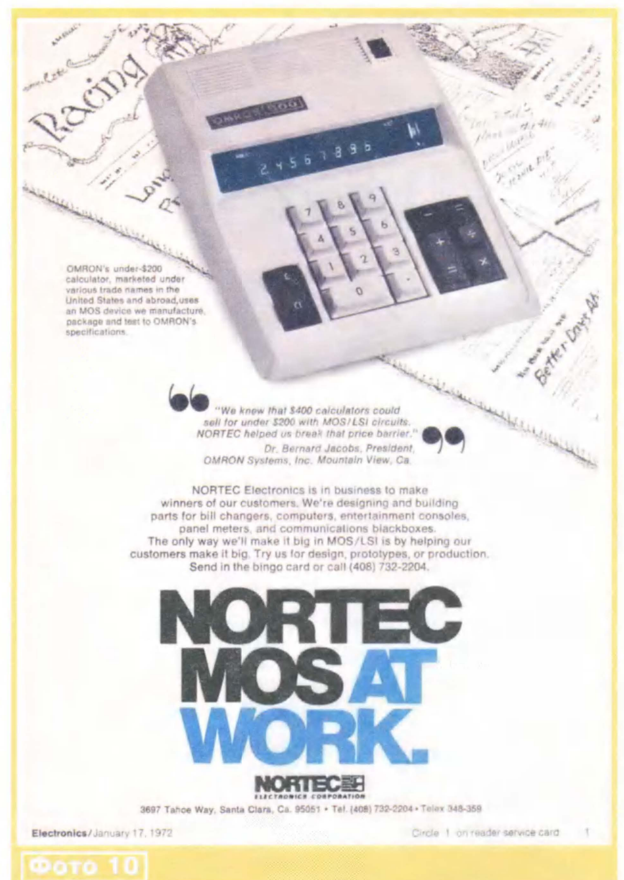


Фото 10

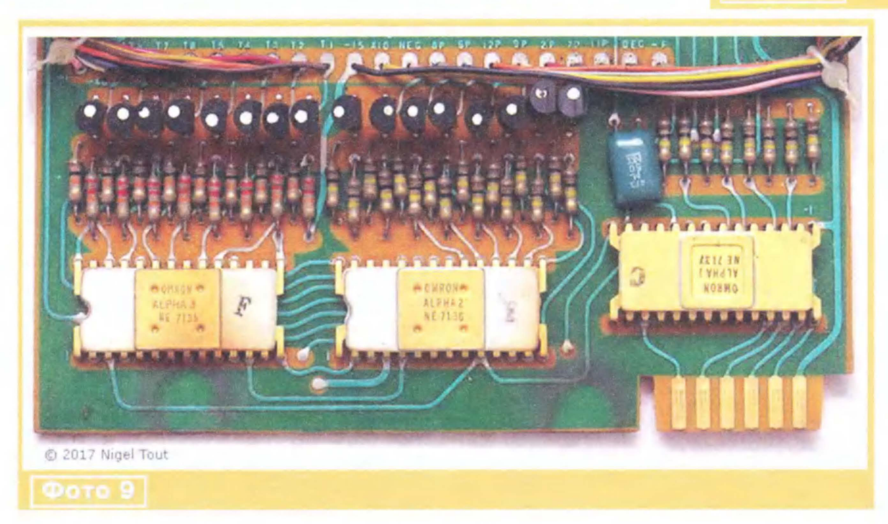


Фото 9

общей сложности 29 микросхем, причём один из типов микросхем использовался семь раз. Речь идёт о двойной 48-битной микросхеме сдвигового регистра, используемой для хранения информации в калькуляторе.

В октябре 1965 г. компания официально анонсировала Victor 3900 на выставке Ассоциации производителей бизнес-оборудования в Нью-Йорке. Это действительно был технологический триумф. К сожалению, из-за очень напряжённого графика работы и огромных переработок у создателей калькулятора начались финансовые проблемы. Главный спонсор этой разработки, компания Pyle National, решила, что не хочет предоставлять дополнительное финансирование, которое требовалось, и вместо этого нашла покупателя для GM-e.

Фото 11

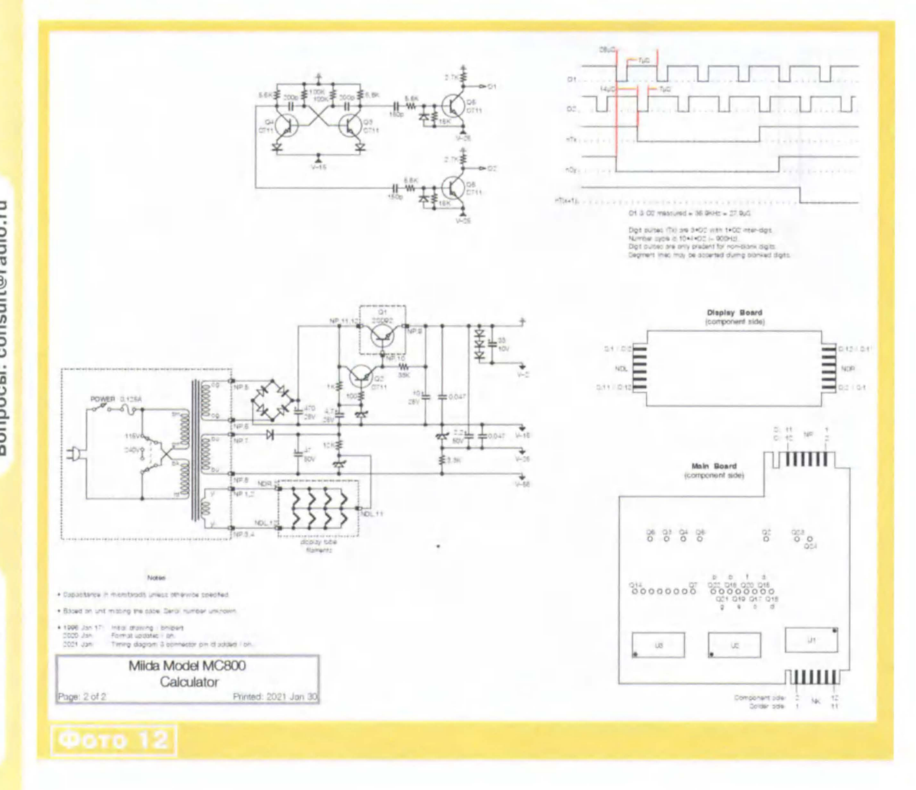


Фото 12

Компания Philco-Ford, подразделение электроники Ford Motor Company, выразила заинтересованность в приобретении GM-e. В декабре 1965 г. переговоры между руководством GM-e, Pyle National и Philco-Ford привели к предложению Philco приобрести GM-e по цене 5 милл. долларов. На фоне таких событий опытные сотрудники и инженеры начали покидать компанию GM-e. Ушедшие специалисты оказались очень востребованными кадрами. Эта "утечка мозгов", как её называют в бизнесе, способствовала возникшим трудностям с обслуживанием технологического процесса изготовления МОП-микросхем при всё возрастающем объёме производства. К началу 1966 г. производство микросхем для калькулятора Victor значительно упало из-за малого процента выхода исправных, в результате чего GM-e стало очень трудно выполнять производственные заказы Victor Comptometer.

В то время как GM-e фактически прекратила свое существование, многие из её сотрудников положили начало ряду полупроводниковых компаний, которые оказали серьёзное влияние на будущее индустрии ЭВМ, включая American Micro-Systems Inc. (AMI), Nortec Electronics и Технологии интегрированных систем (IST).

Собственно, нас дальше в этой теме очень интересует компания Nortec Electronics, которая добавила конкуренцию на рынок МОП-микросхем для калькуляторов, впервые создав набор СБИС из трёх микросхем.

Эта история начинается в конце 1969 г. японская электронная фирма Omron Tateisi Electronics Co. искала способ проникнуть на рынок калькуляторов с помощью недорогого малогабаритного электронного калькулятора. Руководство Omron узнало о Nortec Electronics и Бобе Нормане, знакомом с технологиями разработки и созданием больших МОП-микросхем в GM-е, связалось с ним по поводу их желания создать базовый электронный калькулятор, который значительно снизил бы цены на всё, что есть на рынке. Ключом к тому, чтобы это произошло, мог бы стать недорогой набор сверхбольших МОП-микросхем (**фото 9**).

Набор микросхем Nortec Electronics для Omron состоял из трёх микросхем — ALPHA 1, ALPHA 2, ALPHA 3 и появился в мае 1970 г., установив новый рекорд низкой цены для высокоинтегрированного набора микросхем с четырьмя арифметическими функциями калькулятора. Компания Omron в июне 1971 г. выпустила в продажу модель Omron 800. Машина была представлена по цене, которая была существенно ниже любого другого калькулятора на рынке в то время. Omron также создала набор для продажи, состоящий из трёх микросхем ALPHA, недорогой печатной платы, которая содержала источник питания, узел синхронизации и драйвер вакуумно-флуоресцентного дисплея. Omron предложила эту плату в качестве OEM-продукта всем, кто хотел вывести на рынок свой собственный калькулятор, основанный на технологии Omron. Всё, что было нужно, это корпус, клавиатура и несколько вакуумных люминесцентных индикаторов для отображения информации, и на свет появился калькулятор (**фото 10**) или MIDA 800, схема которого показана на **фото 11** и **фото 12**.

Nortec выпускала наборы микросхем как горячие пирожки, потому что спрос, созданный этими новыми недорогими калькуляторами, был ненасытным. К середине лета 1971 г. Nortec Electronics продала более 50000 наборов микросхем, Nortec и Omron были в ударе. Затем произошла катастрофа.

Боб Норман, основатель Nortec, часто совершал деловые поездки в Японию. Во время одной из поездок руководитель, которого назначили ответственным во время отсутствия Нормана, решил, что для Nortec было бы ещё выгоднее, если бы цена на набор микросхем ALPHA была немного увеличена. Когда компания Omron получила уведомление об этом повышении цен, она расторгла контракт. Контракт на разработку набора микросхем, заключённый Nortec и Omron, предоставлял Omron полные и эксклюзивные права на схемотехнику, топологию и технологию. Omron связалась с крупной японской фирмой электроники Hitachi, которая в начале 1970-х годов очень быстро разработала собственные передовые технологии проектирования и изготовления МОП СБИС. Hitachi быстро ответила, что они могут сделать микросхемы для Omron по ещё лучшей цене, чем первоначально предлагала Nortec. С этого момента Hitachi приступила к производству чипов для Omron. Обозначение ALPHA было отменено, и микросхемы стали называться Hitachi HD32104, HD32105 и HD32106 (**фото 13**). Этот набор микросхем был практически идентичен по функциям набору микросхем ALPHA, но с одним изменением — добавлением функции работы с числами с плавающей запятой в вычислениях.

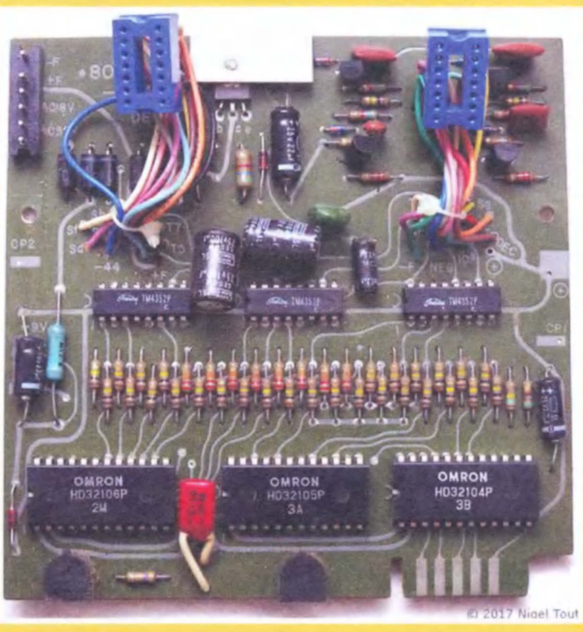


Фото 13

У микросхем были пластмассовые корпуса с лужёными выводами, что гораздо дешевле, чем керамические с позолоченными выводами, которые производила Nortec. С OEM-набором и рыночным успехом Omron 800K к производству присоединился ряд других производителей, в том числе Adler (Adler 804) и Miida (Miida MC840). Citizen продолжил свою линейку, выпустив Citizen Eight Deluxe. Все эти машины дебютировали в конце 1971 г. и имели большой успех на рынке.

Таким образом, труд инженеров GM-е и создание первого

MOS integrated circuits save space and money

In a serial computer, 16 MOS microcircuits can take the place of 971 conventional integrated circuits; in all systems they can cut the costs of testing, packaging and production

By Donald E. Farina and Donald Trotter

General Micro-electronics, Inc. Santa Clara, Calif.

Integrated circuits have dramatically cut the size, weight and power requirements for electronic equipment. The next objective for microcircuit manufacturers is a similarly substantial reduction in the total cost of that equipment.

Metal-oxide-semiconductor integrated circuitry is currently being investigated as the route to low-cost electronic systems. At present it appears that systems built with MOS IC's should be able to duplicate the functions of systems built with conventional monolithic IC's (double-diffused, epitaxial IC's) at less than one-tenth their cost.

The authors



Donald E. Farina is general manager of the subsystems division at General Micro-electronics, Inc. He directs research and development of analog and digital MOS integrated circuits. He came to G M-e in 1963 from the Semiconductor division of the Fairchild Camera & Instrument Corp. where he headed the digital device development group at their research and development laboratory



J. Donald Trotter is in charge of the digital subsystem development department. He is currently engaged in the development of commercial and custom high-complexity MOS integrated circuits. Before joining G M-e in 1963, Trotter was a project engineer with the Fairchild Semiconductor division. He received a master's degree in electrical engineering from Stanford University in 1961.

One requirement

To achieve a price reduction of this magnitude, there is one very important and basic requirement: the number of functions performed by a single chip must be considerably increased without substantially increasing the number of input and output connections to the chip (thereby avoiding higher packaging and testing costs). The MOS integrated-circuit concept meets this requirement. Moreover, complex MOS integrated-circuit yields must be comparable to simple conventional integrated-circuit yields.

By permitting more complex circuitry to be placed on a single chip, the MOS integrated circuit provides economy in two ways. First, by reducing the number of chips to be fabricated to implement a given function, it lowers the production cost per function. Second, again as the result of fewer chips, it decreases the packaging and testing costs.

Use of MOS integrated circuits permits placing more than 40 cercuit functions in the space now occupied by a single function in a double-diffused integrated circuit.

Complexity vs. leads

In complex MOS circuits, the number of input-output terminals required increases in proportion to the logic complexity until a complete subsystem function is achieved. Then the number of input-output leads suddenly decreases sharply. Examples of these complete subsystems are arithmetic sections, decoders and analog-to-digital converters. In typical computer applications, from 30 to 50 NOR or NAND functions may be required be-

84 Electronics | October 4, 1965

Фото 14

калькулятора Victor 3900 на МОП-микросхемах проложили путь к невероятному прогрессу в области проектирования и изготовления малых, БИС и сверхбольших интегральных схем (СБИС).

Калькуляторы

Как и положено, любая работа начинается с распоряжения вышестоящего руководства. В этом конкретном случае в нескольких ведущих научно-исследовательских организациях нашей страны работы по изучению аспектов создания МОП-транзисторов и микросхем на их основе уже шли полным ходом, и приказ министра Александра Ивановича Шокина только закрепил законодательно существующий задел.

Свою роль для начала таких работ многочисленных энтузиастов на отечественных предприятиях и в институтах сыграли публикации в специализированных зарубежных периодических изданиях 1964 г. и 1965 г. В частности, наиболее полно это направление освещалось американским журналом Electronics Design (**фото 14**). Думаю, что наши ведущие специалисты с интересом изучали все публикации по этой теме. Они точно понимали, что разработка и применение интегральных схем со структурой МОП приведут к дальнейшему снижению размеров аппаратуры, её массы, потребляемой мощности, упрощению схем и, как следствие, к повышению надёжности и снижению стоимости.

(Окончание следует)

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

КРАВЦОВ В. Мощный линейный лабораторный блок питания. — Радио, 2023, № 7, с. 28—32.

Ошибка на схеме рис. 1 в статье.

Надписи у адресных стрелок "К выв. 4 DA1" и "К выв. 8 DA1" на схеме рис. 1 в статье следует читать как "К выв. 4 DA4" и "К выв. 8 DA4".

АЛАЛУЕВ П. Устройство сопряжения для модернизации фар автомобиля. — Радио, 2023, № 7, с. 39—41.

Ошибка на схеме рис. 3 в статье.

Минусовые выводы конденсаторов C1, C2 и вывод 3 (катод излучающего диода) оптрона U1 должны быть соединены с линией, идущей от контакта 7 разъёма XP1 к выводу 3 (катоду излучающего диода) оптрона U2. VD4 — диод Шоттки.

НЕЧАЕВ И. Высокочастотный щуп-приставка к цифровому мультиметру. — Радио, 2004, № 11, с. 24, 25.

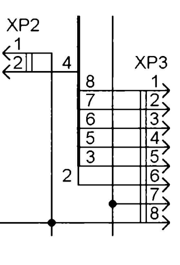
Индуктивность дросселей L1, L2.

Дроссели L1, L2 могут быть индуктивностью 100...1000 мкГн, подойдут импортные EC24.

КУЗЬМИНОВ А. НЧ-генератор синусоидальных сигналов на базе DDS AD9873A, микроконтроллера EFM8SB10 и цветного дисплея 0,96" с батарейным питанием. — Радио, 2023, № 8, с. 37—43.

Ошибка на схеме рис. 1 в статье.

На схеме рис. 1 в статье неправильно указано соединение контактов разъёма XP3 с выводами микроконтроллера DD1. Правильный фрагмент схемы показан на **рисунке**.



ДЬЯКОВ А. Отказоустойчивый автомат управления водяным насосом. — Радио, 2023, № 6, с. 42—44.

Доработка автомата.

Опыт эксплуатации отказоустойчивого автомата управления водяным насосом показал, что в работе некоторых экземпляров, несмотря на принятые меры, иногда всё же наблюдаются сбои. Так, при разомкнутых контактах датчика SF3 "Пуск" и замкнутых контактах датчика SF2 "Стоп" насос действительно будет отключён. Однако, по прошествии некоторого времени, автомат может включить насос в момент размыкания контактов датчика SF2 "Стоп" при том, что контакты датчика SF3 "Пуск" по-прежнему будут оставаться разомкнутыми. На первый взгляд, ситуация кажется парадоксальной, поскольку RS-триггер на элементах DD1.3, DD1.4 устанавливается в состояние с лог. 1 на выходе (вывод 8 DD1.3) только лишь при появлении лог. 0 на выводе 9 элемента DD1.3. Но при разомкнутых контактах датчика SF3 "Пуск" этого не должно быть в принципе. Однако, как гласит древняя радиолюбительская мудрость, "Есть устройства, которые работают в принципе, а есть устройства, которые работают в корпусе".

Более глубокий анализ конструкции показал следующее. К выходу инвертора DD1.1 (вывод 3) подключён оптрон U2, фототранзистор которого в закрытом состоянии имеет некоторую паразитную ёмкость коллектор—эмиттер. В момент размыкания контактов датчика SF2 "Стоп" на выходе инвертора DD1.1 происходит смена лог. 1 на лог. 0, что вызывает переходный процесс в RC-цепи, образованной ёмкостью фототранзистора оптрона U2 и резистором R7. У некоторых типов и экземпляров оптронов эта паразитная ёмкость фототранзистора оказывается достаточной для того, чтобы на верхнем по схеме входе RS-триггера (вывод 9 элемента DD1.3) кратковременно лог. 0, что приводит к появлению лог. 1 на выходе этого триггера (вывод 8 элемента DD1.3) и, в результате, к включению насоса. Вместе с тем, для возникновения описанного эффекта требуется выполнение ещё одного условия — паразитная ёмкость в момент переходного процесса должна быть разряжена. Разрядка этой ёмкости происходит при лог. 1 на выходе элемента DD1.1 (вывод 3) тогда, когда на выводах 3 и 4 оптрона U2 напряжения уравниваются, а паразитная ёмкость разряжается через резистор R7. Таким образом, чем дольше остаются замкнутыми контакты датчика SF2 "Стоп", тем более вероятным становится запуск насоса при размыкании контактов этого датчика.

Устранить столь неприятный эффект, вызванный паразитной ёмкостью фототранзистора оптрона, можно путём подключения корректирующего конденсатора параллельно резистору R7. Ёмкость этого конденсатора может быть в интервале 1...10 нФ. При доработке автомата указанным способом внесение изменений в печатную плату не требуется, поскольку корректирующий конденсатор для поверхностного монтажа типоразмера 0805 можно припаять непосредственно поверх резистора R7 того же типоразмера.

К ЧИТАТЕЛЯМ

Редакция и авторы консультируют только по статьям, опубликованным в журнале "Радио", и исключительно по техническим вопросам, имеющим прямое отношение к тому, о чём в них идёт речь. Консультации даются бесплатно. При отправке письма почтой вложите маркированный конверт с надписанным вашим адресом. Вопросы просим формулировать точнее и писать разборчиво, по каждой статье на отдельном листе. Обязательно укажите название и автора статьи, год, номер и страницу в журнале. Вопросы можно прислать и по электронной почте. Наш адрес: <consult@radio.ru>. В строке "Тема" укажите название статьи или номер журнала, в котором она опубликована (например: РАДИО 10-2023).

Самодельные новогодние светящиеся игрушки из неисправных светодиодных ламп

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Традиция изготовления самодельных новогодних игрушек существует уже много лет. Пока ещё она сохраняется и в настоящее время. Особенными, конечно, являются различные светящиеся игрушки. Раньше для этого использовали малогабаритные лампы накаливания, сейчас существует огромный выбор светодиодов: одноцветных, многоцветных, мигающих, переливающихся и т. д. Приобретение различных светящихся игрушек не представляет большой проблемы, но изготовленные самостоятельно, конечно, имеют совершенно другую ценность, особенно для начинающих радиолюбителей.

Светодиоды и источник их питания бывает несложно встроить в уже готовые игрушки, но для изготовления самодельных игрушек потребуются дополнительные материалы. Здесь могут помочь светодиодные лампы, которые сейчас широко распространены. К сожалению, они не такие уж долговечные, поэтому выходят из строя. Их "остатки" можно использовать для изготовления самодельных светящихся игрушек. Подойдёт и их цоколь, а особенно пластмассовые светорассеиватели. Поскольку выпускаются такие лампы с различными цоколями — E27, E14, GX53 и другими (**рис. 1**), возможны различные их комбинации, а значит, вариантов игрушек может быть много.

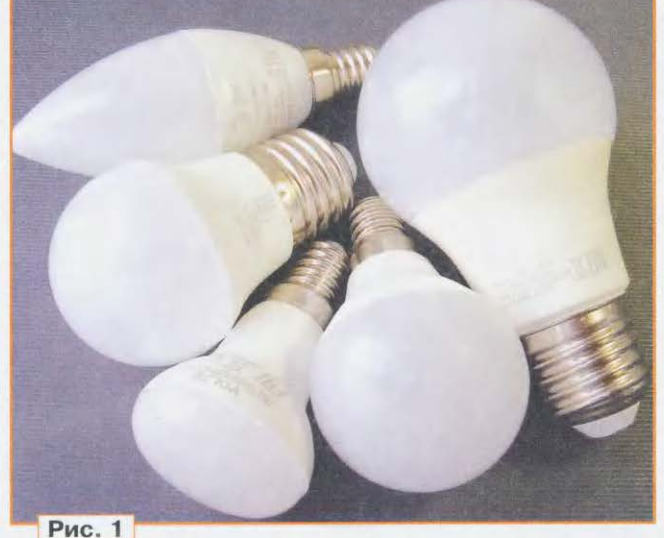


Рис. 1

Самыми простыми в изготовлении игрушками будут те, в которых использованы обычные или мигающие одноцветные и многоцветные светодиоды. Для них дополнительно потребуются источник питания и выключатель.

"Разноцветная слива"

Для изготовления этой игрушки потребуются светодиодная лампа с цоколем E14 и конусообразным светорассеивателем, разноцветный мигающий трёхцветный светодиод GNL-5073RGBC-TL-B, малогабаритный выключатель и гальванический элемент CR2032 с держателем. Схема игрушки показана на **рис. 2**, а её внешний вид — на **рис. 3**. Для начала надо аккуратно снять светорассеиватель, удалить плату со светодиодами, а также срезать металлическую часть цоколя с резьбой. Со светорассеивателя надо аккуратно

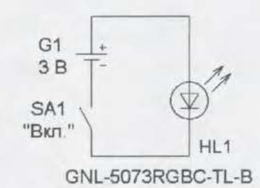


Рис. 2



Рис. 3

Рис. 4



Рис. 5

удалить клей-герметик (если он есть), чтобы без усилий светорассеиватель можно было бы надеть и снять с корпуса. Это потребуется для замены элемента питания. На место резьбовой части с помощью секундного клея крепят пластмассовую заглушку диаметром 17...18 мм и толщиной 0,5..1 мм, на которой предварительно размещают петлю для подвешивания и выключатель с припаянными соединительными проводами. Для петли, которую можно изготовить из металлической канцелярской скрепки, в центре заглушки делают отверстие, для движка или толкателя выключателя рядом делают отверстие соответствующего размера.

На плате, чертёж которой показан на **рис. 4**, установлены держатель гальванического элемента и светодиод. Плата изготовлена из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 0,5 мм. Такая толщина выбрана потому, что позволяет вырезать плату с помощью бытовых ножниц. В данном случае это важно, поскольку она круглая. Плату можно заменить таким же по размерам отрезком пластмассы, а детали закрепить на ней с помощью термоклея. Диаметр платы должен соответствовать диаметру платы светодиодной лампы, а он может быть разным в зависимости от типа лампы. Новую плату размещают взамен удалённой и, после проверки работоспособности игрушки, приклеивают, например, с помощью термоклея. Контактные площадки для установки светодиода находятся на краю платы, но он должен располагаться посередине, чтобы равномерно освещать светорассеиватель. Для этого выводы светодиода не укорачивают и надевают на них изолирующие трубки. После установки элемента питания выводы светодиода изгибают так, чтобы он находился посередине платы на минимально возможной высоте (**рис. 5**).



"Мухомор"



Эта игрушка представляет собой имитацию молодого мухомора (**рис. 6**), "шляпка" которого подсвечивается красным, на которой присутствуют белые пятна, присущие этим грибам. Схема гриба показана на **рис. 7**. Здесь применены светодиоды постоянного свечения и батарея из трёх гальванических элементов типоразмера AAA. Светодиоды HL1—HL4 красного свечения обеспечивают подсветку, а с помощью светодиодов HL5—HL7 белого свечения формируются белые пятна (**рис. 8**).



Рис. 6

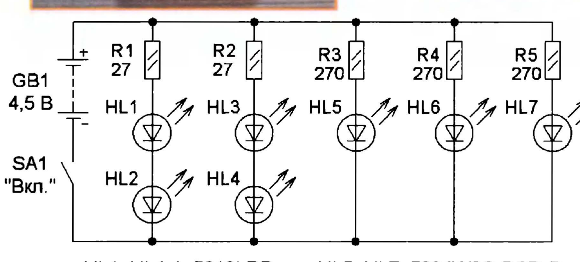


Рис. 7

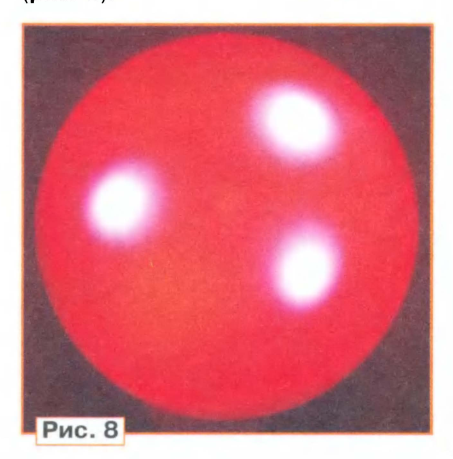


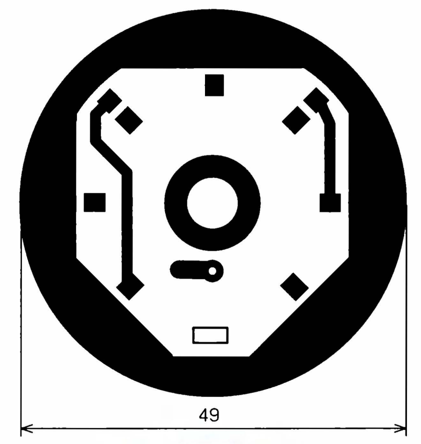
Рис. 8

Для "шляпки" использован светорассеиватель от лампы с цоколем E27, для "ножки" — отрезок длиной 54 мм от пластмассового контейнера диаметром 29 мм от витаминов или другого лекарственного средства, а также цилиндрический держатель трёх элементов типоразмера AAA (**рис. 9**).



Рис. 9

Плата изготовлена из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 0,5 мм, её чертёж показан на **рис. 10**.



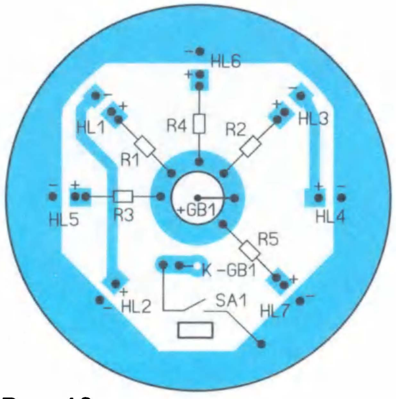


Рис. 10

Светодиоды красного свечения желательно применить матовые с большим углом излучения, чтобы более равномерно осветить изнутри светорассеиватель, их устанавливают на плату под небольшим углом. Светодиоды белого свечения должны быть с малым углом излучения (не более 20 градусов). Чтобы на поверхности светорассеивателя были сформированы белые пятна, на светодиоды надевают отрезки чёрной ПВХ-трубки диаметром меньше диаметра светодиода и длиной около 10 мм. Для этого отрезки надо предварительно размягчить, поместив в ацетон, а затем надеть на светодиоды. Их тоже располагают на плате под различными углами (**рис. 11**). Плюсовой контакт держателя элементов питания

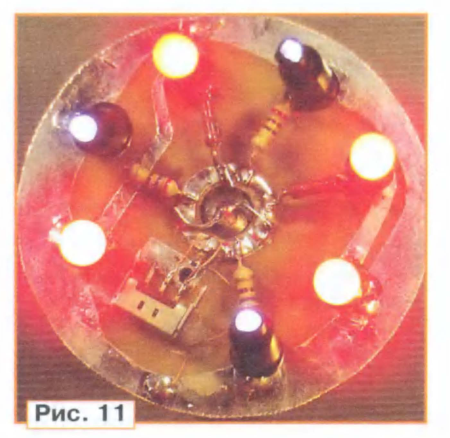


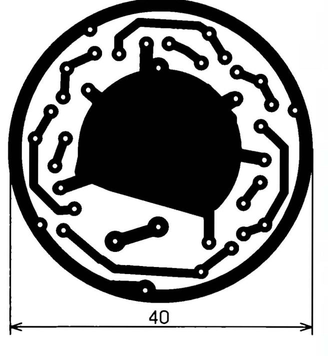
Рис. 11

вставляют в центральное отверстие в плате и припаивают к центральному круговому проводнику. После проверки работоспособности контакт можно приклеить каплей эпоксидного клея. Выключатель питания — любой малогабаритный движковый или кнопочный, который аккуратно приклеивают секундным клеем к плате. Выключатель соединяют с минусовым контактом держателя тонким обмоточным проводом, проложив его вдоль корпуса держателя и закрепив с помощью клея. На держатель надевают ножку — отрезок пластмассового контейнера. Чтобы он не болтался, на держатель наматывают тонкий слой поролона.



"Наливное яблоко"

Эта игрушка имитирует яблоко (**рис. 12**), которое переливается красным цветом — "наливается". Она изготовлена на основе светодиодной лампы с цоколем E27. Схема этой игрушки показана на **рис. 13**. Её основа — трёхфазный мультивибратор на транзисторах VT1—VT3. За счёт обратной связи через конденсаторы C1—C3 транзисторы поочерёдно открываются, подавая напряжение на светодиоды HL1—HL3, которые расположены таким образом, что формируется бегущий огонь. Эти светодиоды подсвечивают светорассеиватель изнутри. Скорость переключения можно изменить подборкой конденсаторов C1—C3. Источник питания — элемент CR2032 или аналогичный, на плате для него установлен специальный держатель.



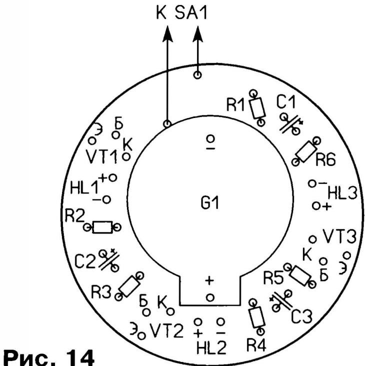


Рис. 14

Все элементы, кроме выключателя питания, смонтированы на печатной плате, чертёж которой показан на **рис. 14**. Она изготовлена из стеклотекстолита толщиной 0,5 мм. Использованы резисторы МЛТ, С2-23, конденсаторы — импортные, транзисторы могут быть любые из серии КТ3102. Светодиоды должны быть красного свечения, желательно с большим углом излучения. Печатная плата (**рис. 15**) установлена взамен платы лампы и поэтому соответствует её размерам.

Предварительно надо снять светорассеиватель и удалить плату лампы, затем удалить резьбовую металлическую часть цоколя. Светорассеиватель должен легко сниматься и надёжно держаться, это нужно для замены элемента питания. Для этого, возможно, потребуется удалить клей-герметик. На место металлической части цоколя устанав-



Рис. 12

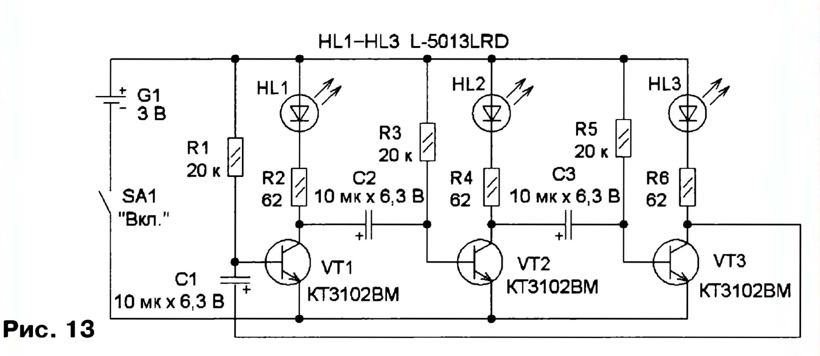


Рис. 13

ливают пластмассовую заглушку (подошла крышка от контейнера для лекарства). Если необходимо, её приклеивают. На ней предварительно устанавливают

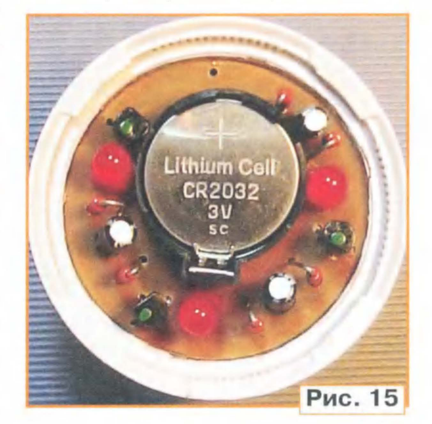


Рис. 15

выключатель с соединительными проводами и петлю для подвешивания (в центре заглушки). После припаивания проводов выключателя к плате её с помощью клея крепят в цоколе.



"Два полушария"

Эта игрушка (**рис. 16**) имитирует два полушария Земли — южное и северное. Они попеременно подсвечиваются разными цветами, южное — красным, северное — синим. Для большей достоверности на полушария можно нанести сеть из параллелей и меридианов. Для этой игрушки пришлось подобрать два светорассеивателя диаметром около 60 мм от светодиодных ламп с цоколем E27 разных


Рис. 16

производителей. Светорассеиватели имеют такие размеры, что один из них входит в другой с небольшим усилием и защёлкивается, держась вполне надёжно. Это нужно для того, чтобы включать/выключать игрушку и менять элемент питания.

Схема игрушки показана на **рис. 17**. На транзисторах VT1, VT2 собран мультивибратор, частоту переключения которого можно изменять подборкой конденсаторов C1 и C2. Транзисторы открываются поочерёдно, подавая питание на светодиоды. Один из них — HL1, который включён непосредственно в цепь коллектора транзистора VT1. Обусловлено это тем, что этот светодиод красного свечения, и для него достаточно напряжения питания около 1,8 В. Второй светодиод — синего свечения, и для его надёжного свечения напряжение питания должно быть не менее 3 В. Если его включить так же, как и светодиод HL1, даже при небольшом уменьшении питающего напряжения его яркость сильно уменьшится. Поэтому для его питания использована так называемая вольтодобавка с использованием конденсатора C3 относительно большой ёмкости. Когда транзистор VT2 закрыт, этот конденсатор заряжается до напряжения около 2,5 В. На светодиод HL2 через диод VD1 и резистор поступает напряжение, которого недостаточно для его свечения, поскольку на диоде падает напряжение около 0,6 В. Когда транзистор VT2

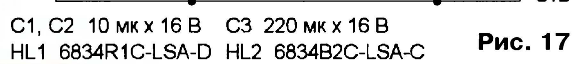
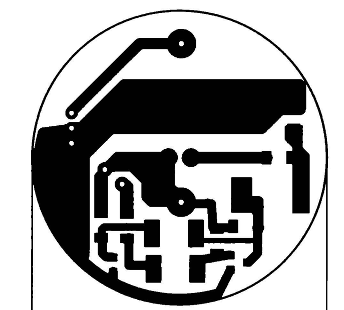
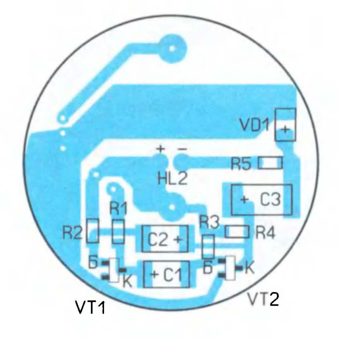

C1, C2 10 мк x 16 В C3 220 мк x 16 В
HL1 6834R1C-LSA-D HL2 6834B2C-LSA-C

Рис. 17

открывается, на светодиод HL2 дополнительно поступает напряжение конденсатора C3. В результате работоспособность игрушки сохраняется при снижении напряжения питания до 1,8 В, при этом яркость, конечно же, уменьшается.

Все детали установлены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 0,5 мм. Её чертёж показан на **рис. 18**. Все детали, кроме светодиодов, выключателя питания и, конечно, держателя гальванического элемента для поверхностного монтажа. Применены резисторы типоразмера 1206, конденсаторы — танталовые типоразмера D (C3) и D или C (C1, C2). Светодиоды надо применить с максимально возможным углом излуче-





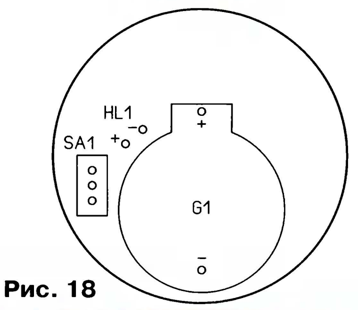
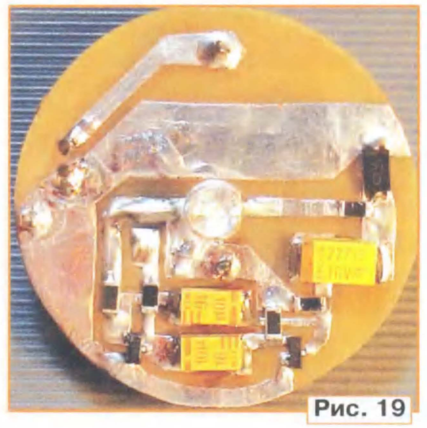


Рис. 18


Рис. 19

ния, чтобы они более равномерно освещали поверхность светорассеивателя. Выключатель — движковый малогабаритный.

Элементы для поверхностного монтажа установлены со стороны печатных проводников (**рис. 19**), там же установлен и светодиод HL2. На другой стороне размещены держатель гальванического элемента, выключатель и светодиод HL1 (**рис. 20**). Петлю для крепления игрушки надо сделать в северном полушарии. Его отверстие должно быть меньше, чем у южного. Поэтому,

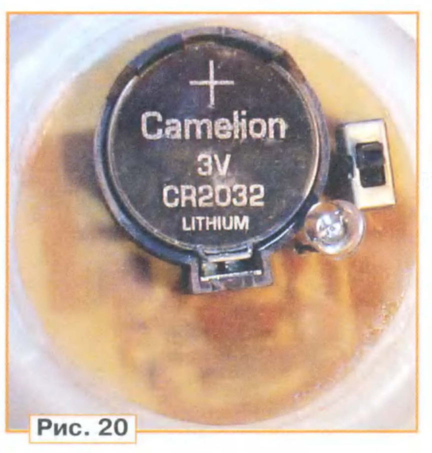


Рис. 20

в зависимости от конкретного размера этого отверстия, размеры платы игрушки, возможно, придётся скорректировать. После проверки работоспособности плату вклеивают в отверстие.

"Счастливый котёнок"

Эта игрушка представляет собой голову котёнка (**рис. 21**), который спокойно сидит. Но если поднести к нему "миску с молоком", он начинает изнутри светиться разными цветами. Схема этой игрушки очень простая (**рис. 22**) и содержит источник питания — гальванический элемент CR2032, геркон SF1, с помощью которого напряжение подаётся на светодиод HL1, переключающийся разными цветами. Чтобы контакты геркона замкнулись, к нему надо поднести магнит. Он и размещён в "миске с молоком", которая сделана из пластмассовой крышки от бутылки любого напитка. В ней, ближе к краю (**рис. 23**), установлен и приклеен малогабаритный мощный магнит (взят из CD-привода). Закрыв крышку диском из непрозрачной пластмассы белого цвета, получим миску с молоком (**рис. 24**).


Рис. 21

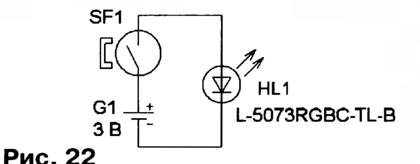
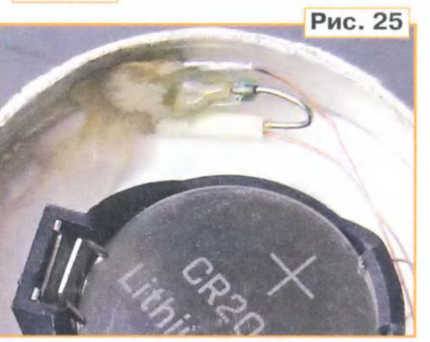


Рис. 22

Сама игрушка склеена из одного круглого светорассеивателя (от лампы с цоколем E27) и двух конусообразных (от лампы с цоколем E14). Основание игрушки высотой около 15 мм отпилено от цоколя E27. Из-за простоты схемы печатная плата не изготавливалась, её заменил пластмассовый диск толщиной 0,2...0,3 мм, на котором установлены держатель элемента питания и светодиод. Диаметр диска должен быть равен диаметру платы светодиодной лампы. С помощью шила прокалывают отверстия для выводов держателя и соединительных проводов. С одной стороны устанавливают держатель, с другой — с помощью термоклея светодиод. Применён малогабаритный геркон от "Извещателя охранного точечного магнитоконтактного ИО 102-15/1" (старое название — СМК-3). Геркон имеет небольшие размеры и разную чувствительность с разных сторон. Его приклеивают с помощью термоклея к основанию с внутренней стороны (**рис. 25**) на высоте, равной высоте размещения магнита в "миске с молоком". Фломастером желательно нарисовать изображение котёнка, но красить корпус не следует, поскольку он должен быть прозрачным. Из щетины от одёжной щётки можно сделать усы. Уши котёнка можно уменьшить, если отпилить часть конусообразных светорассеивателей.


Рис. 23


Рис. 24

Рис. 25


"Снеговик (богатырь, Дон-Кихот)"

Эта конструкция состоит из трёх светорассеивателей (**рис. 26**) и может быть основой для изготовления самых различных игрушек. Например, снабдив её носом из "морковки" и метлой, можно получить светящегося снеговика, а если к ней приклеить щит из алюминиевой платы от светодиодной лампы (**рис. 27**) и копьё, получится средневековый богатырь. Добавив к игрушке головной убор соответствующей формы, можно получить Дон-Кихота. При этом, конечно, потребуется соответствующая раскраска игрушки, она не должна быть сплошной, ведь игрушка подсвечивается изнутри.

Рис. 26

Конструкцию игрушки поясняет **рис. 28**. Она состоит из трёх секций-светорассеивателей, которые склеены между собой. Если планируется изготовить снеговика, верхний светорассеиватель должен быть сферический, и на него надо приклеить "ведро". В качестве основания использована пластмассовая крышка подходящего диаметра от банки для пищевых продуктов или лекарства. В основании располагаются плата, источ-

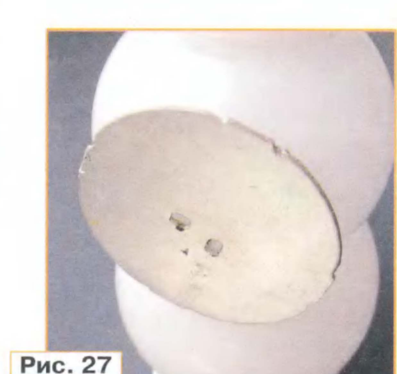
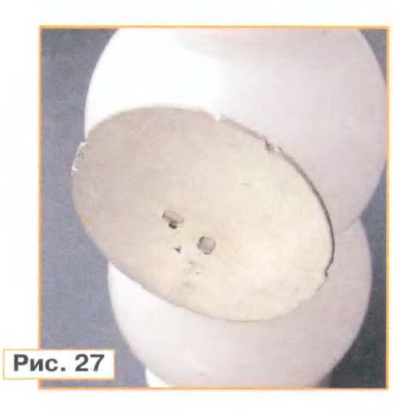
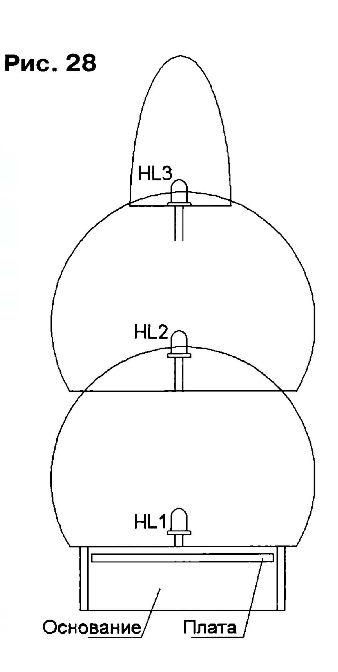
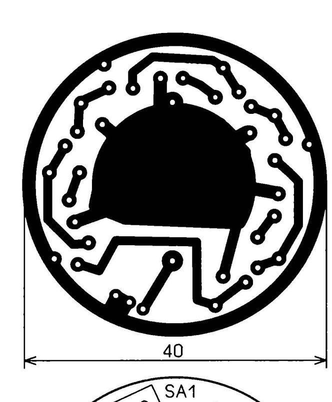


Рис. 27

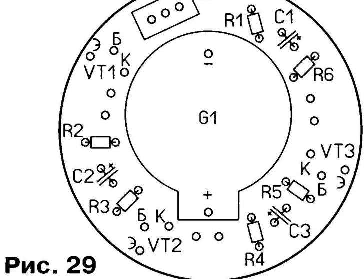
Рис. 28



ник питания и выключатель. Светодиод HL1 приклеен к основанию, а светодиоды HL2 и HL3 установлены в отверстиях нижнего и среднего светорассеивателей. Если применить мигающие или переливающиеся многоцветные светодиоды, можно обойтись без платы, закрепив держатель элемента питания и выключатель в основании с помощью термоклея.

Можно также управлять светодиодами с помощью трёхфазного мультивибратора, как это сделано в игрушке "Наливное яблоко". В этом случае схема игрушки будет соответствовать схеме на рис. 13. Только плата (**рис. 29**)





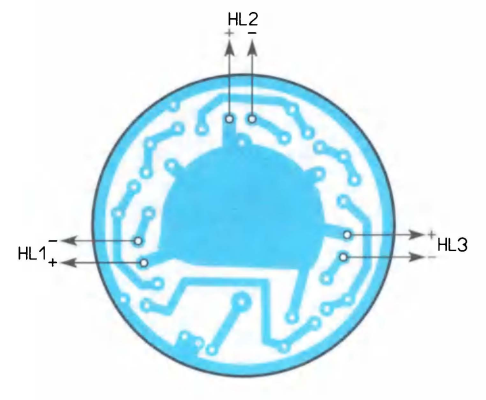


Рис. 29

будет немного отличаться, потому что на ней установлен выключатель питания, а светодиодов на ней нет.

В следующей статье будут приведены описания более сложных игрушек и с применением светодиодных ламп других типов.

***От редакции**. Чертежи печатных плат находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/10/igr-1.zip** на нашем FTP-сервере.*

Солнечный катер

Д. ЛЕКОМЦЕВ, г. Орёл

В статье приводится описание конструкции простой автономной модели катера с двумя воздушными движителями (винтами). Источником энергии модели служат солнечные батареи. Конструкция выполнена из широко распространённых компонентов и материалов. Доступность недорогих солнечных батарей позволяет собирать на их основе самые разнообразные конструкции [1—3]. Кроме этого, широкое распространение квадрокоптеров привело к тому, что сейчас стали легко доступны мощные и компактные электромоторы. За основу конструкции взята приобретённая в магазине игрушечная модель катера, состоящая из корпуса и съёмной верхней палубы (**рис. 1**).



Рис. 1

Изначально игрушка состояла всего из двух пластиковых деталей, и двигателя она не имела. В качестве воздушных движителей модели используются винтомоторные группы, взятые от квадрокоптеров [4]. Использованные электродвигатели имеют длину 16 мм и диаметр 7 мм. Номинальное напряжение питания — 3,7 В, потребляемый ток — 0,1 А. Схема питания одного из электродвигателей показана на **рис. 2**. Солнечные батареи GB1 и GB2 имеют номинальное напряжение 2 В и ток короткого замыкания 100 мА. Конструктивно батареи представляют собой квадрат со стороной 54 мм. Батареи подключены к электродвигателю через диоды Шоттки VD1 и VD2, которые необходимы потому, что при эксплуатации возможна ситуация, когда одна из батарей будет освещена сильнее другой. При этом ЭДС слабоосвещённой батареи сильно уменьшится, и фактически более освещённая батарея станет источником тока, а затенённая — нагрузкой. В рабочем режиме напряжение питания на электромоторе M1 составляет 0,7...1,2 В при токе 50...110 мА в зависимости от освещённости. Этого вполне достаточно, чтобы пара электромоторов смогла сдвинуть модель с места.

VD1 1N5817 · VD2 1N5817 · GB1 2 В · GB2 2 В · M1

Рис. 2

Солнечные батареи приклеены к Н-образному креплению, которое состоит из трёх деталей, вырезанных из

органического стекла толщиной 3 мм. Чертёж парной детали, к которой непосредственно крепится пара солнечных элементов, питающих один двигатель, показан на **рис. 3**. Чертёж детали, которая служит своеобразной перекладиной и соединяет всю конструкцию с палубой катера, показан на **рис. 4**.

Детали крепления солнечных батарей соединяются с помощью винтов М3×12 с гайками и плоскими шайбами. Между гайками и плоскими шайбами следует проложить пружинные шайбы. Необходимо отметить, что все размеры на чертежах ориентировочные. Размеры и конструкция крепления зависят от того, какая модель послужила основой для всей конструкции, а также от используемых солнечных батарей. Они собраны вместе в единый блок и подключены к электромоторам (**рис. 5**).

Солнечные батареи устанавливают с помощью креплений в носовой части модели катера, для электромоторов в корме на надстройке размещается пилон (**рис. 6**), изготовленный из органического стекла толщиной 4 мм (**рис. 7**). Пилон крепится к корпусу модели с помощью пары винтов М4×20 с гайками и трубчатых стоек высотой 12 мм, вырезанных из корпуса авторучки. Каждый электромотор прикреплён к торцу пилона с помощью хомута из упаковочного пластика длиной 90 мм и шириной 30 мм. Хомут фиксируется с помощью двух винтов М3×10 с гайками и плоскими шайбами (**рис. 8**). При этом электромотор, который питается от солнечных батарей левого борта, размещается на правом борту, и наоборот. На валах электромоторов установлены двухлопастные пропеллеры диаметром 45 мм от тех же квадрокоптеров.

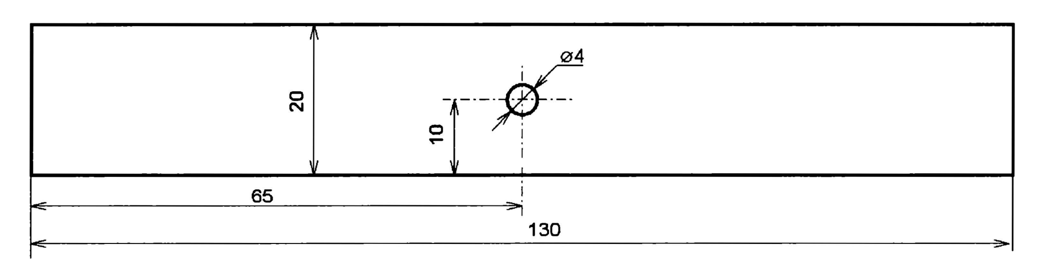


Рис. 3

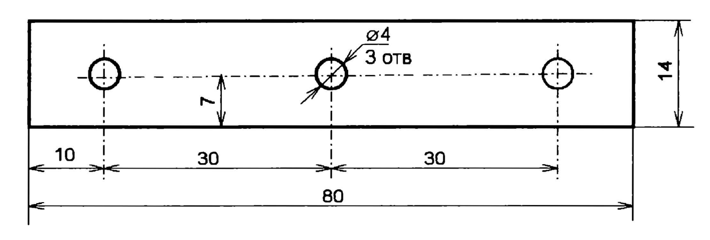


Рис. 4

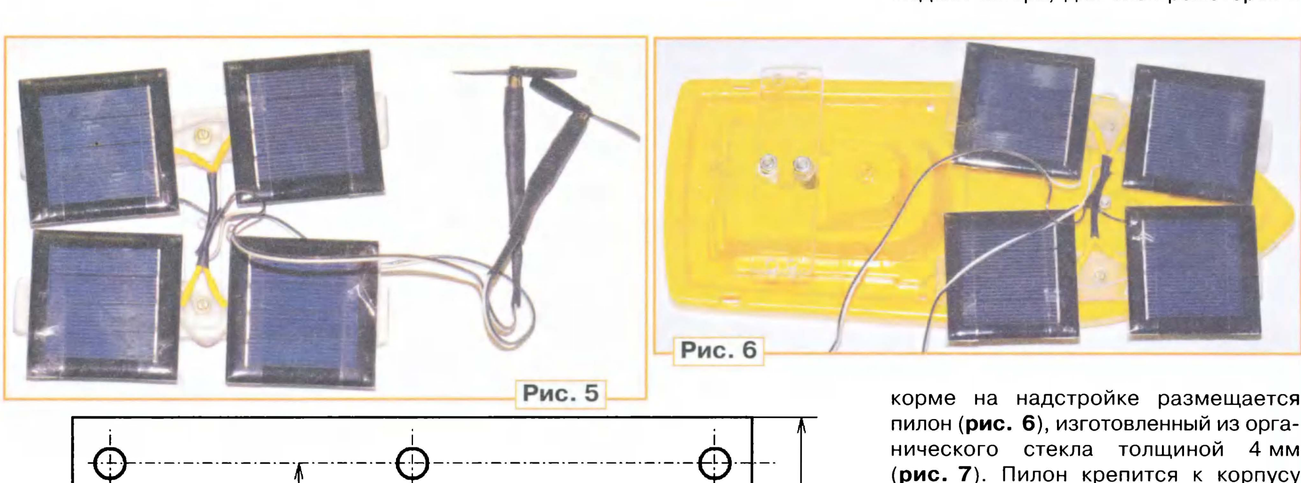


Рис. 5

Рис. 6

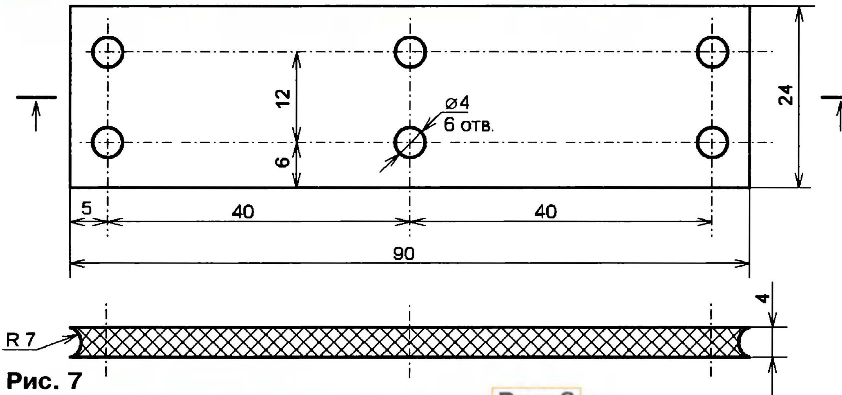


Рис. 7



Рис. 8

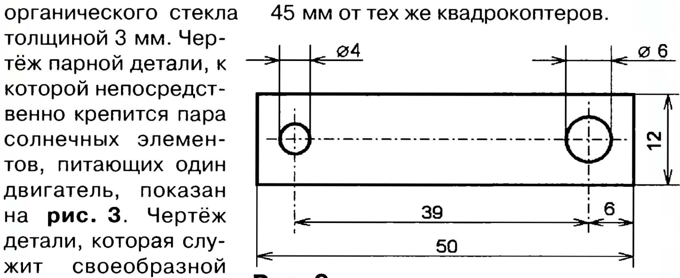


Рис. 9

У собранной модели солнечные батареи смещают центр тяжести к носовой части. Для того чтобы избежать дифферента на нос, в кормовой части под надстройкой располагается дополнительный груз. Под шляпкой одного из винтов, которые удерживают пилон с моторами, устанавливается мебельный уголок МК 16×16×12 мм. К этому уголку с помощью винта М4×10 с гайкой крепится пластина из органического стекла толщиной 4 мм, на которой размещается груз. Чертёж пластины представлен на **рис. 9**. Сам груз представляет собой шпильку М6×110, на которую навинчивают необходимое число гаек (**рис. 10**).

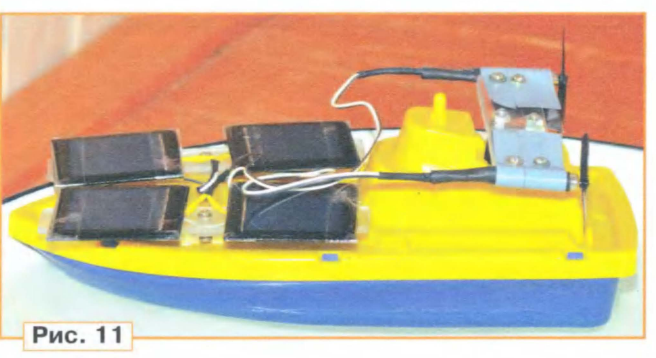


Рис. 11

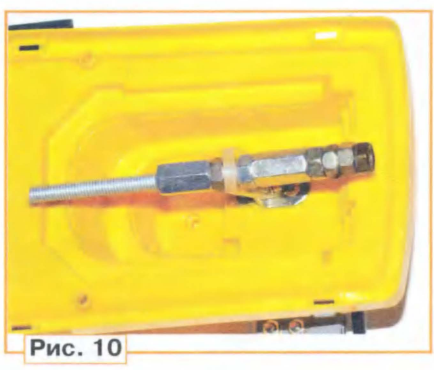


Рис. 10

Такая конструкция груза позволяет, перемещая гайки по шпильке, регулировать дифферент на нос и корму, а отклонение груза от оси модели позволяет при необходимости устранить крен на один из бортов. Для надёжной фиксации груза в выбранном положении под гайку винта, который крепит стойку к мебельному уголку, надо поместить пружинную шайбу. При правильном размещении груза модель катера должна располагаться в воде на ровном киле.

Готовая модель катера на плаву показана на **рис. 11**. Электромоторы начинают работать, как только прямые солнечные лучи попадут на солнечные батареи, при этом модель придёт в движение. Можно поместить ёмкость, в которой плавает модель (детский надувной бассейн, большой таз и т. п.) в тени здания или забора. В этом случае свет можно направлять на солнечные батареи с помощью небольшого настольного зеркала (размерами примерно 200×150 мм). В этом случае движением модели можно управлять, сильнее или слабее, засвечивая солнечные батареи на соответствующем борту. Эта игрушка послужит хорошим развлечением на загородном участке, а если изготовить несколько моделей, то при наличии подходящей ёмкости (надувной детский бассейн или декоративный пруд) можно будет попробовать организовать небольшие гонки катеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лекомцев Д.** Вибробот с питанием от солнечной батареи. — Радио, 2017, № 10, с. 53, 54.
2. **Лекомцев Д.** Автономные пробники. — Моделист-конструктор, 2022, № 12, с. 16—18.
3. **Лекомцев Д.** Фонарь с ионистором и зарядкой от солнечных батарей. — Радио, 2022, № 10, с. 61, 62.
4. **Лекомцев Д.** Солнечный самолёт. — Моделист-конструктор, 2020, № 8, с. 12.

***От редакции**. На нашем FTP-сервере по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/10/kater.zip** находятся видеоролики, иллюстрирующие работу устройства.*

Робот-рисовальщик-2

Статья продолжает тему, начатую в статье автора (Мамичев Д. Робот-рисовальщик. — Радио, 2023, № 8, с. 59—62). Новый вариант робота претерпел аппаратные и программные изменения, существенно расширившие функциональные возможности игрушки.

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Схема нового варианта робота-рисовальщика показана на **рис. 1**. Добавлен модуль A0 — понижающий преобразователь напряжения для питания шаговых электродвигателей. В первом варианте при длительной работе робота происходили существенный нагрев корпусов этих электродвигателей и относительно быстрая разрядка аккумуляторов. Выходное напряжение преобразователя — 5 В, что позволяет более рационально использовать ресурс источника питания без ущерба ходовым свойствам шасси игрушки. Кроме этого, добавлен ИК-канал управления с использованием ИК-приёмника B1 (VS1838B) и ИК ПДУ (**рис. 2**) от системы Триколор DRE-5000. В текущем варианте используемые кнопки условно разделены на шесть кластеров. Первый осуществляет навигацию робота на полигоне для рисования, второй и третий определяют вид действий робота, четвёртый кластер позволяет вводить численные параметры при рисовании, пятый управляет положением маркера, шестой осуществляет навигацию при рисовании дуг.

С помощью ИК-пульта реализуются три уровня взаимодействия робота с полотном: рисование объектов "на глазок"; рисование с помощью точно заданных по размеру и направлению отрезков и дуг окружностей; рисование объектов-шаблонов, код которых заранее записан в память микроконтроллера (МК) модуля Arduino Uno (A1). Кроме этого, пульт позволяет произвольным образом перемещать конструкцию по полигону. Иллюстрирует сказанное выше **рис. 3** для первого, второго и третьего уровней соответственно. Каждый из уровней имеет свои преимущества и недостатки. Первый экономит время на рисование, но является неточным. Повторить такие рисунки и сохранить их не удастся. Кроме этого, форма шасси и расположение элементов схемы затрудняют визуальный контроль за маркером. На этом уровне используются кнопки первого кластера (вперёд, назад, поворот вправо, поворот влево) и кнопка ОК. Движение колёс осуществляется, пока кнопки удерживаются в нажатом состоянии, поэтому длина отрезка и угол поворота пропорциональны времени удержания. Опускание и поднятие маркера производятся

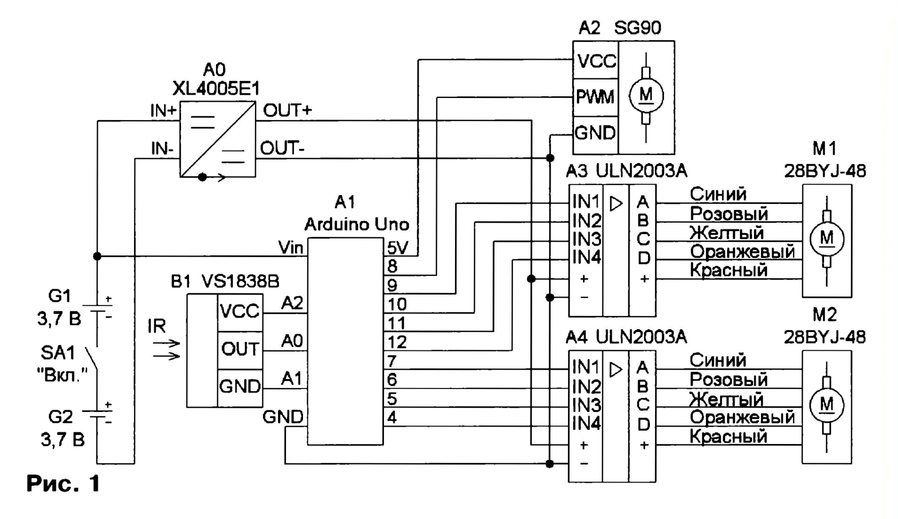


Рис. 1

кратковременными повторяющимися нажатиями на кнопку "ОК". При реализации этого способа рисования как основного желательно изменить конструкцию шасси в соответствии с **рис. 4**. Надо развернуть электродвигатели 1 на 180 градусов, изменить вид основания 2 шасси и поменять места расположения элементов 3. В этом варианте обзор рисуемого изображения существенно улучшается.

На втором уровне можно аккуратно и точно создавать желаемые изображения и переносить данные успешных проб в шаблоны картинок, но это потребует от исполнителя внимания и терпения при наборе команд робота. К примеру, чтобы нарисовать отрезок длиной 123 мм, нужно последовательно кратковременно нажать на кнопки "1", "2", "3" (кластер 4), "вперёд" (или "назад"), предварительно не забыв опустить маркер. Для поворота на 123 градуса последовательность аналогичная — нажатие на кнопки "1", "2", "3", "поворот вправо" (или "поворот влево").

Третий уровень более подходит для демонстрации итогов программирования изображений. Но основной недостаток — их нельзя изменять, не изменяя весь управляющий скетч, зато они легко сохраняются в виде функций-фигур внутри скетча. Для отрисовки указывают номер фигуры (кнопки кластера 4) и нажимают на красную кнопку (кластер 3).

В этом варианте робота добавлена новая базовая функция — отрисовки дуги (**рис. 5**). Аргументами являются длина дуги **L** (мм) и угол поворота **a** (градусы). Функция позволяет также рисовать окружности заданного диаметра, пересчитав предварительно соответствующую длину дуги. На втором уровне рисования сначала набирают значение угла, затем кратковременно нажимают на зелёную кнопку, потом набирают значение длины и отрисовывают с учётом направления, нажимая также кратковременно на кнопку кластера 6.

Дополнительные элементы устройства располагают сообразно **рис. 6** и **рис. 7**. Выводы ИК-приёмника сгибают под прямым углом, отступив от концов

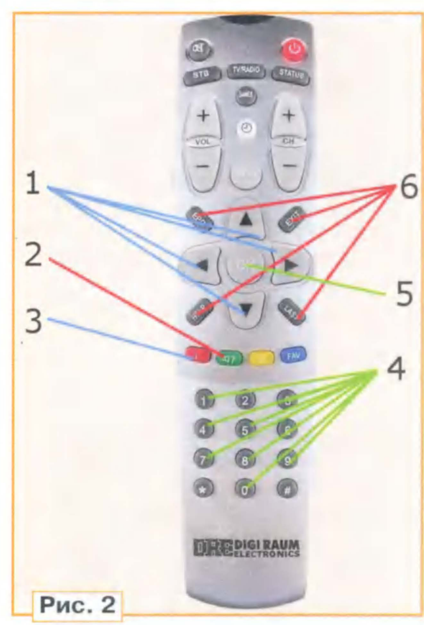


Рис. 2

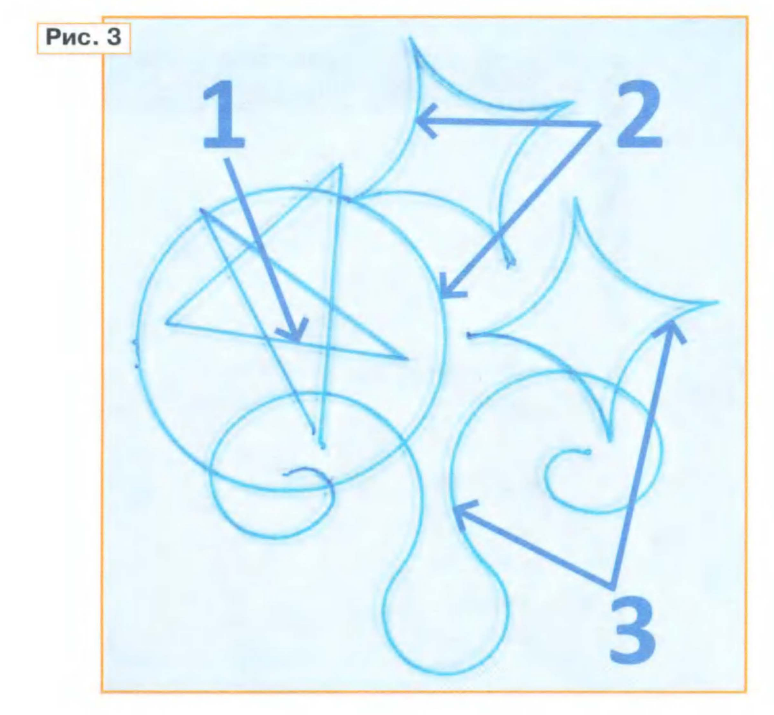
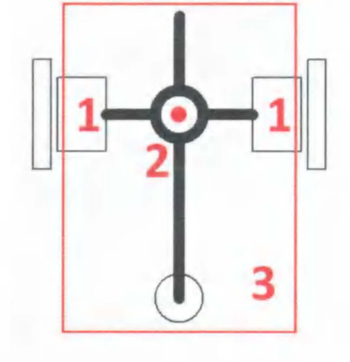


Рис. 3



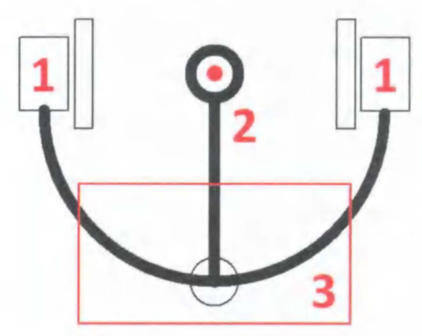


Рис. 4

6...7 мм. Плату модуля преобразователя предварительно обматывают отрезками прозрачного скотча для предотвращения замыканий на ней при касании металлических элементов робота (стойка аккумуляторов и корпуса двигателей). Модуль соединяют с остальными элементами четырьмя гибкими проводами, которые и ограничивают положение платы между стойкой и шахтой для маркера.

Использование в качестве покрышек для колёс, вместо уплотнительных колец, фиксированного размера резины от скакалок позволяет изготавливать их произвольного диаметра. Таким образом, в прилагаемом скетче базовые параметры, через которые идёт вычисление числа шагов шаговых электродвигателей, при каждой манипуляции можно изменить, существенно упростив математические вычисления. Вместо диаметра колеса и расстояния между парой колёс можно задать и рассчитать удобные значения шага одного мотора при прямолинейном и вращательном движении. Например, при диаметре 40,5 мм и базовом расстоянии в 114,5 мм шаги будут равны 0,25 мм и 0,25 градуса соответственно. Такие изменения повышают точность рисования и упрощают её корректировку. В этой версии игрушки значения составляют $L_ш$ = 0,4 мм, $a_ш$ = 0,42 градуса.

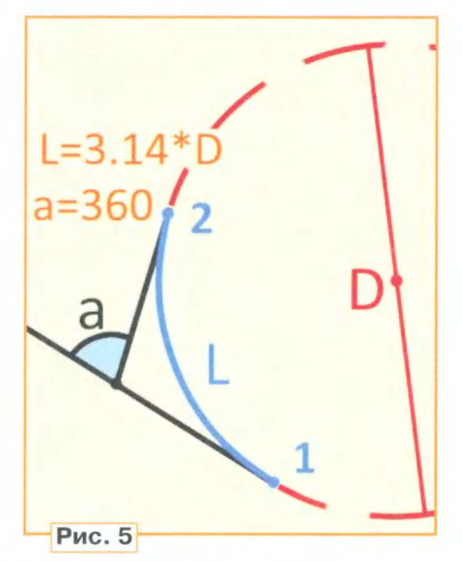


Рис. 5

Управляющий скетч имеет базовые функции для отрисовки элементов: **forward(float distance); backward (float distance); left(float degrees); right(float degrees); done(); penup(); pendown(); duga(float L,float a,bool KL,bool Ka)**, а также функции-примеры рисования законченных изображений: **zvezda(); elka(); lucha(); uzor(); okrugnost()**.

Возможность использования двух видов нажатия на кнопки — кратковременное и продолжительное с удержанием, реализовано благодаря особенностям используемого ИК ПДУ. При кратковременном нажатии он посылает код выбранной кнопки, при дальнейшем удержании идёт череда посылок вида 0xFFFFFFFF с любой кнопки, после её отпускания посылки прекращаются. Именно такой сценарий работы позволяет фиксировать само событие отпускания кнопки.

Следующим этапом работы над колёсным роботом-рисовальщиком, реализующим графический вывод, построенный на метафоре черепахи, стал этап автоматизации при получении кода изображений. Черепаха — воображаемый механизм-устройство, которое перемещается по экрану или бумаге и поворачивается в заданных направлениях, при этом оставляя (или, по выбору, не оставляя) за собой нарисованный след заданного цвета и ширины.

Дальнейшие опыты и эксперименты с роботом-рисовальщиком показали, что самыми трудоёмкими и времязатратными являются именно вычисления нужных значений углов поворота и

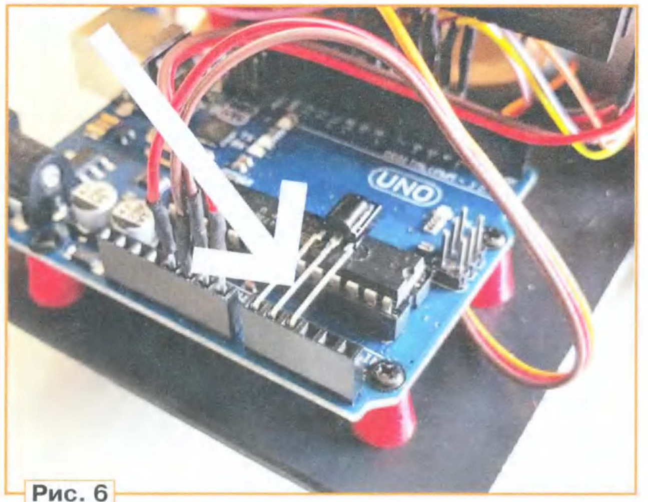
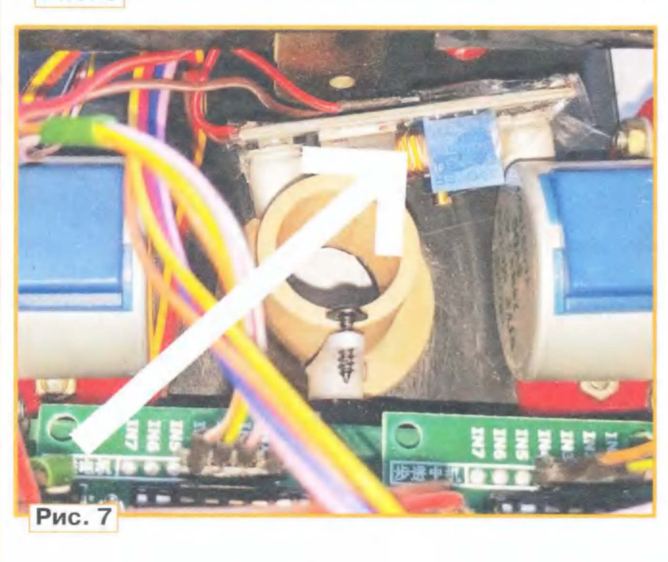


Рис. 6


Рис. 7

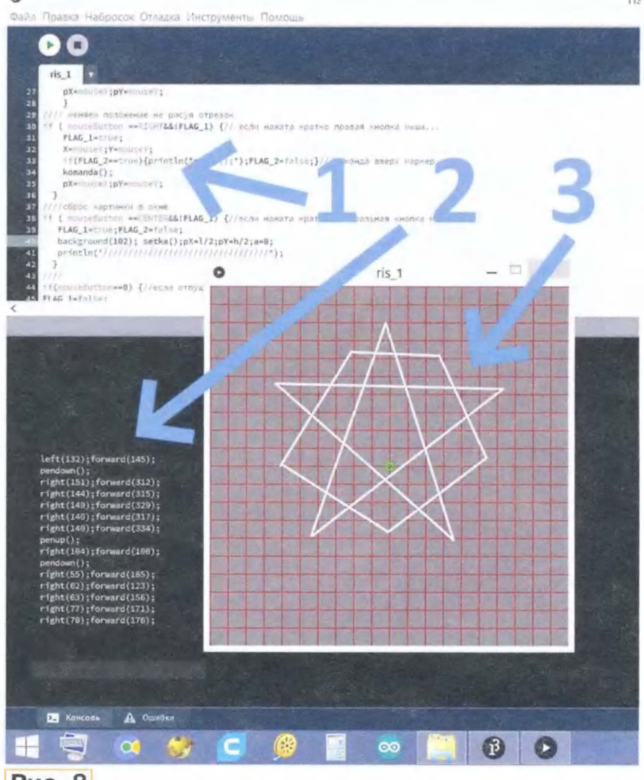


Рис. 8

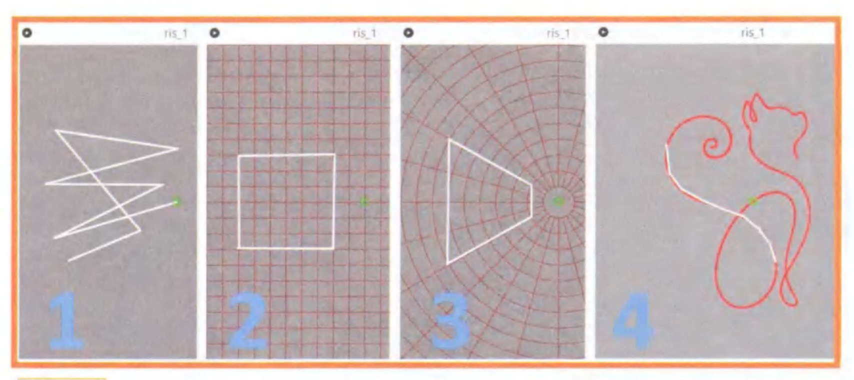


Рис. 9

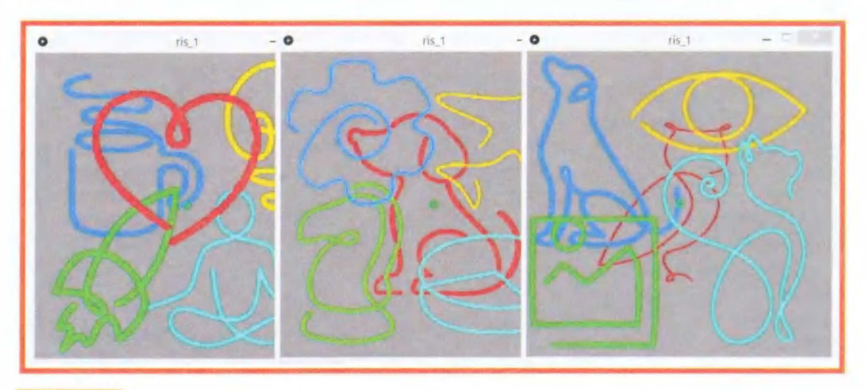
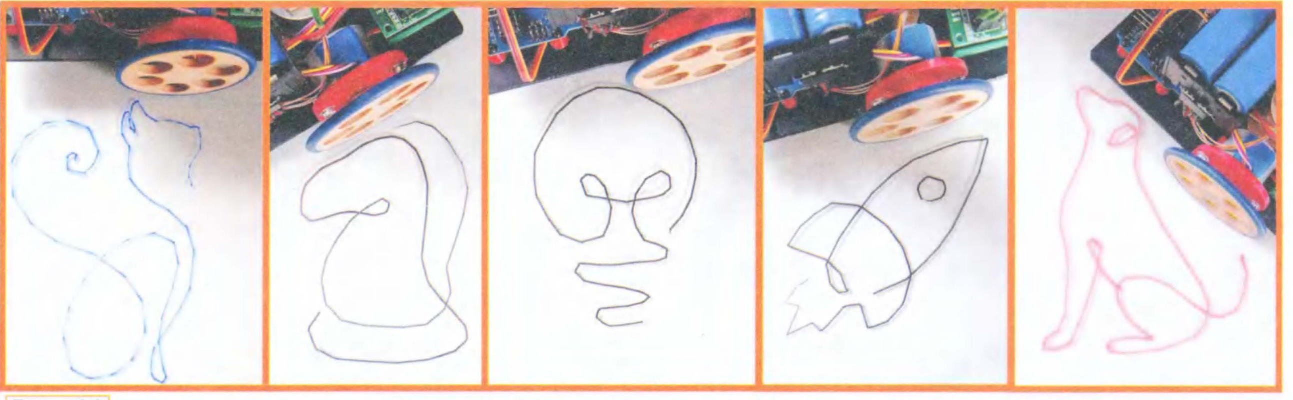


Рис. 10

положение определяет перемещение мыши. Правая кнопка (выбор точки по щелчку) осуществляет переход в новую точку без рисования отрезка. Центральная кнопка стирает рисунок полностью. Также, нажимая на неё циклично и двигая мышь, можно выбирать вариант разметки для следующего рисунка. Зелёная окружность в центре окна задаёт начальное значение координат точки старта или исходного положения робота (его носовая часть направлена вверх по рис. 9).

По мере построения отрезков и выбора точек происходит печать команд 2 (рис. 8) для робота. Их набор состоит из: **right();left();forward();pendown(); penup();** — повороты вправо, влево, движение прямо, опустить и поднять маркер. Реальное поле, соответствующее окну приложения, для рисования составляет 500×500 мм, а размер координатной клетки 2 (рис. 9) равен 25 мм. Его значение можно изменить, меняя коэффициент деления **float K=2.0;**// в скетче приложения. При указанном значении окно рисования для робота будет размерами 25×25 см. Цвет отрезков и их толщину определяют аргументы в функциях **stroke(255); strokeWeight(3);** (строка скетча № 28). Ключевой функцией этого варианта программы является функция **komanda();**. Она производит вычисления вы-


Рис. 11

длин отрезков при рисовании изображения. Автор статьи попробовал упростить этот этап, используя Processing — открытый язык программирования, основанный на Java. Он представляет собой лёгкий и быстрый инструментарий для людей, которые хотят программировать изображения, анимацию или интерфейсы. В работе используются (**рис. 8**) текстовый редактор 1, область сообщений 2, окно 3 работающего приложения. По сути, приложение является генератором кода рисования для робота, по изображению, создаваемому пользователем. Текст кода формируется в области 2, изображение строится в окне 3 приложения. Изменения в приложении и его редактирование происходят в области 1.

Отрисовка происходит с помощью последовательностей отрезков (**рис. 9**), расположенных на сером поле с различными вариантами разметки 1—4. Это могут быть декартова сетка 2, полярная система координат 3 или фоновый рисунок-шаблон 4. Управление рисованием происходит с помощью кнопок мыши. Левой кнопкой соединяют отрезком точку (выбор точки по щелчку) с предыдущей точкой. Положение точек задаёт курсор, его

ходных данных (аргументы функций) и печать в консоль текста команд для робота. Это углы поворота робота и длины отрезков при прямолинейном движении. Их значения задаются в градусах и миллиметрах, соответственно с шагом в один. Смена шаблонов (**рис. 10**) в приложении производится заменой названия файла в аргументах функции **bg = loadImage("schablon.jpg");**. Сами файлы должны находиться в папке проекта приложения. Скетч для робота (risovatel_IK_33.ino) имеет минимальные изменения — генерируемый код каждой картинки вставляется в отдельную функцию отрисовки данного изоб-

ражения (**рис. 11**) и выбирается по номеру с ИК ПДУ (третий уровень взаимодействия робота с полотном). Погрешности при рисовании в основном происходят по вине углов поворота робота и легко корректируются с помощью одно- и двукратной тестовой отрисовки в пределах 2...5 градусов для 2—3 отрезков. Необходимые изменения определяются сначала визуально. К примеру, хвост кошки (см. рис. 11) был близко расположен к голове. Причина — малые значения углов поворота влево для отрезков 17—19 (отсчёт от кончика хвоста). Увеличиваем их на несколько градусов и меняем внешний вид отрисовки. На начальном этапе желательно потренироваться на ломаных линиях (без координатной сетки), затем на геометрических фигурах и далее на одноконтурных силуэтах (см. рис. 9).

Для удобства шаблоны можно создавать сразу на несколько изображений, выбирая разные контрастные цвета. При их размещении на шаблоне желательно избегать наслоения линий контуров, ограничиваясь только их пересечениями. Автор использовал для работы графический редактор paint.net. Число отрезков при копировании по контуру определяет плавность линии. Большое значение числа создаёт трудности при коррекции данных в скетче, малое делает рисунок грубым.

Наглядно четыре этапа превращения картинки в след маркера на полигоне для робота демонстрирует **рис. 12**. На первом этапе на исходной картинке меняем цвет фона и контура в удобный серый и красный, изменяем размер до разрешения 500×500 пикселов. На втором этапе аккуратно обводим линию отрезками. Далее копируем сгенерированный код в отдельную функцию (у автора это komanda()) и вставляем в скетч, добавляя в условия для красной кнопки строку **if(k==9){ komanda(); k=0;}**. Для копирования и вставки текста после выделения используются клавиши **"Ctrl+c"** и **"Ctrl+v"**. В конце функции вставляем команду **done();** // отключить ток в обмотках моторов. На последнем этапе отрисовываем и вносим поправки в команды функции. Каждую из них можно оптимизировать и улучшить аппаратно или программно, делая процесс рисования более интересным и полезным для образовательных целей. Автор искренне надеется на интерес читателей и продолжение темы.

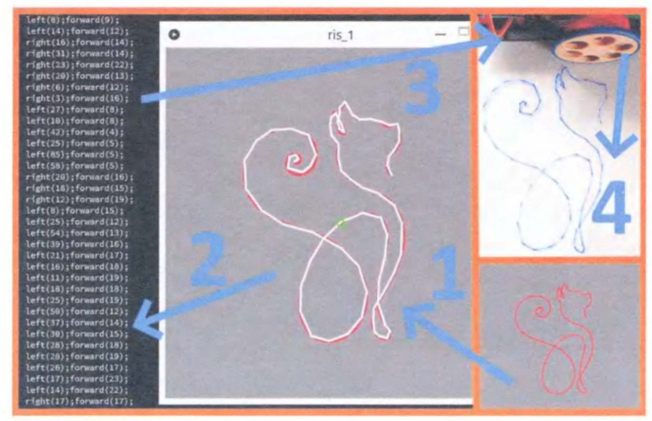


Рис. 12

От редакции. *На нашем FTP-сервере по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2023/10/robot2.zip*** *находятся материалы проекта.*

Ответы на викторину "Arduino: аппаратная часть-5"

("Радио", 2023, № 9, с. 63, 64)

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

1. **Ответ — 1**. Для питания модулей Nicla могут использоваться как трёхвыводные, так и двухвыводные аккумуляторы и батареи. Первые из них подключаются к разъёму J4, надо лишь правильно определить, где у аккумулятора находится вывод NTC. Это по умолчанию средний контакт, который соединяется с внутренним терморезистором, имеющим типовое сопротивление 10 кОм при комнатной температуре.

Цилиндрические двухвыводные аккумуляторы Li-ion из популярной серии 18650 подключаются к контактам J4:1, J4:3, при этом контакт J4:2 допускается оставлять свободным, поскольку резистор R16 указывает контроллеру питания U9 BQ25120A фирмы TI, что температуру аккумулятора контролировать не надо.

2. **Ответ — 0**. DL1 — это трёхцветный светодиод SMLP34RGB2W3 фирмы ROHM с максимальным током в непрерывном режиме не более 10 мА через каждый из излучателей R, G, B [1]. Драйвер светодиодов U8 IS31FL3194 фирмы Lumissil управляется командами через интерфейс I^2C от МК.

Программно можно задать четыре градации выходного тока по линиям OUT1—OUT3: 0...10; 0...20; 0...30; 0...40 мА [2]. Три последних режима опасны для применённого в схеме светодиода DL1. Следовательно, если программист по незнанию (или из-за вредности) выставит градацию 0...40 мА, то при длительном удержании выходов OUT1—OUT3 в низком состоянии можно физически вывести светодиод из строя.

Почему же "из коробки" модуль Nicla Sense ME работает без нареканий? Потому что пользователь применяет стандартные примеры и библиотеки функций среды Arduino IDE, а в них для драйвера U8 по умолчанию задаётся безопасный режим 0...10 мА установкой в нуль регистра IS31FL3194_CURRENT_BAND в файле RGBled.cpp.

На будущее, по-хорошему, последовательно с тремя излучателями светодиода DL1 должны быть установ-

лены резисторы сопротивлением 100...300 Ом, чтобы у программистов не возникало соблазна разрабатывать вирусные скетчи Arduino с "микроконтроллерной бомбой", нацеленной на разрушение светодиода.

3. Ответ — 1. U6 — это цифровой МЭМС-микрофон MP34DT06J фирмы STM. Поскольку он является монофоническим, то, казалось бы, понятия левого L и правого R каналов для него не существуют. Однако микрофон сопрягается с МК через интерфейс PDM (**P**ulse **D**ensity **M**odulation), в котором данные DOUT передаются в стереофоническом формате с защёлкиванием по переднему и заднему фронтам тактового сигнала CLK [3]. Для выбора активного фронта, а значит, и звукового канала используется вывод LR **L**eft/**R**ight channel selection — лог. 0 (левый канал), лог. 1 (правый канал). В монофоническом режиме программа для МК должна быть настроена на приём сигналов с того канала, который соответствует логическому уровню на выводе LR. Если в системе присутствуют два цифровых микрофона, то их выводы CLK и DOUT запараллеливают, вывод LR одного из них подключается к общему проводу, а вывод другого — к цепи питания.

4. Ответ — 0. На электрических схемах всех модулей семейства Nicla отдельным рисунком изображён контур печатной платы с указанием местоположения и распайки торцовых контактных площадок. Не исключение и печатный разъём J2. Его контакты делятся на две группы: 1—9 — для соединения с внешними платами и шилдами; P1—P8 — для тестирования работы модуля Nicla касанием щупов с иглоподобными наконечниками.

На **рис. 1** показано стилизованное изображение контактов разъёма J2 с

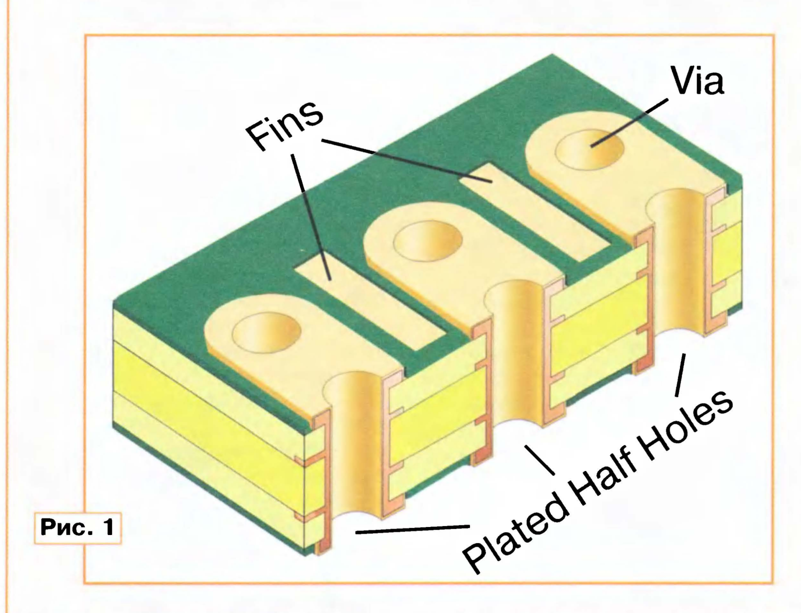


Рис. 1

англоязычными терминами: Plated Half Holes (металлизированные полуотверстия, делающие плату зубчатой, похожей на почтовую марку, Fins (англ. "плавники" — так называются узкие металлизированные полоски P1—P8 в документации Arduino Nicla), Via (переходное отверстие в печатной плате).

5. Ответ — 1. MD1 — это чип ANNA-B112 фирмы u-blox, выполненный по технологии SiP и обеспечивающий беспроводную связь по стандарту Bluetooth 5 LE. Радиосигнал чипа поступает на печатную СВЧ-антенну, для чего соединяются выводы MD1:5, MD1:6. Волновое сопротивление тракта, согласно документации [4], составляет 50 Ом. В вопросе викторины фигурирует сопротивление 75 Ом, значит, ответ "0" не подходит.

Остаётся ответ "1", но здесь нужны пояснения. Как известно, порты 32-разрядного МК с ядром ARM Cortex-M4, который находится внутри чипа MD1, делятся на стандартные (General purpose) и маломощные низкочастотные (Low Drive, Low Frequency) [4]. Через последние не должны протекать большие токи и передаваться импульсные сигналы высокой частоты. Это требование связано, очевидно, с тем, что проводники на подложке чипа MD1 проходят вблизи от линий радиотракта и могут создавать помехи, уменьшая чувствительность канала Bluetooth.

Выводы MD1:36, MD1:37, на которых формируются сигналы SCL1, SDA1, как раз и относятся к маломощным низкочастотным. Согласно разделу 2.5.3 документа [4] эти порты не рекомендуются для использования в интерфейсе I^{2}C, который может работать с тактовыми частотами 100...400 кГц.

Важный нюанс. Выражение "не рекомендуется" не является запретительным, поэтому разработчики модуля Nicla Voice имели право отступить от рекомендаций разработчиков чипа ANNA-B112 на свой страх и риск, учитывая реально проведённые испытания и конкретное программное обеспечение.

6. Ответ — 1. U2 — это цифровой микрофон IM69D130V01 фирмы Infineon, по параметрам и схеме включения аналогичный микрофону U6 из вопроса № 3. Отличием является подключение вывода SELECT (аналог вывода LR) к выводу питания VDD через резистор R42.

Однопроцентная точность для этого резистора не нужна, поскольку в типовой схеме включения микрофона U2 он, вообще, закорачивается. Но если "лишний" резистор R42 всё-таки применяется, то можно сэкономить хотя бы на унификации, ведь чем больше в изделии одинаковых радиоэлементов, тем дешевле логистика. В модуле Nicla Voice в разных местах уже имеются три резистора с сопротивлением 499 Ом, поэтому логично поставить точно такой же на место R42.

7. Ответ — 0. Микросхема U7 MX25R1635 фирмы Macronix является последовательным Flash-ПЗУ ёмкостью 16 Мбит. Доступ к ячейкам памяти внутри неё может осуществляться с разной скоростью, что зависит от числа выводов SIO0—SIO3, принимающих участие в одной транзакции. Чем больше выводов (битов) задействуется, тем больше информации передаётся и принимается в единицу времени. Например, в однобитовом режиме максимальная скорость для микросхемы U7 составляет 80 Мбит/с, а в четырёхбитовом — 320 Мбит/с.

В рассматриваемой схеме выводы SIO2, SIO3 в обмене данными не участвуют, поэтому размерность структуры 4194304×4 бита отпадает. Судя по названиям внешних сигналов SCL0, COPI0, CIPO0, CS_FLASH, для связи с МК применяется одинарный интерфейс SPI, поэтому правильный ответ 16777216×1 бит.

8. Ответ — 1. Контроллер питания U10 MC34PF1550A фирмы NXP позволяет программным способом формировать напряжения на своих выходах в определённом порядке и с определённой задержкой во времени. Это помогает в случаях, когда последовательность подачи питающих напряжений критична для конкретного периферийного устройства, например для видеокамеры GC2145 фирмы GalaxyCore.

На **рис. 2** показаны временные диаграммы [5], требующиеся для безопасного включения и выключения видеокамеры. Первоначально "цифровое" напряжение DVDD 1,8 В должно поступить на ядро процессора обработки изображения Image Processing Unit, затем по отдельному каналу IOVDD — на входные и выходные буферные узлы, и только после этого "аналоговое" напряжение AVDD

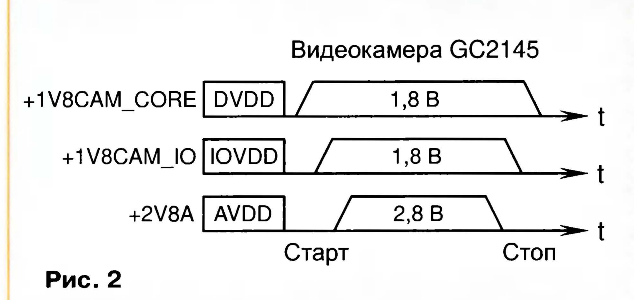


Рис. 2

2,8 В запускает в работу 10-разрядный АЦП и сенсоры оптической матрицы 2 Мп. Отключение питающих напряжений должно производиться в обратном порядке.

9. **Ответ — 1**. Металлизированные контактные площадки в модулях семейства Nicla можно разделить на информационные, как BME_CS, и на координатные, как Fiducial_1—Fiducial_4.

Рис. 3

Информационные площадки электрически соединяются с функционально важными точками. К ним можно подключить осциллограф, вольтметр, логический тестер и проанализировать сигналы.

Координатные площадки, по-другому координатные метки, являются технологическими. Они позволяют производственному оборудованию точно идентифицировать расположение рисунка проводников и местоположение радиоэлементов на печатной плате. Электрически они "висят в воздухе".

В модулях семейства Nicla информационные и координатные площадки по форме круглые, но отличаются диаметром (**рис. 3**), при этом координатные площадки имеют так называемую двухрадиусную защитную зону, свободную от проводников.

10. **Ответ — 1**. U4 — это микросхема магнитометра BMM150 фирмы Bosch. Она допускает на выбор работу с интерфейсами SPI или I^2C. В первом случае используются сигналы SCK, SDI, SDO, CS#, во втором — SCK, SDI. Выбирается интерфейс аппаратно с помощью сигнала PS. Если на входе PS лог. 0, выбирается SPI, если лог. 1 — I^2C. Программно заменить один интерфейс другим нельзя, поэтому повредить микросхему операторами скетча Arduino не получится.

11. **Ответ — 0**. Микросхема U19 MAX17262 фирмы Analog Devices предназначена для измерения уровня заряда и остаточной ёмкости литиевых аккумуляторов разного типа, от Li-ion до LiFePO4. Внутри микросхемы находится стабилизатор напряжения 1,8 В (**рис. 4**). Для обеспечения устойчивости его работы между выводами BATT и GND по входу рекомендуется ставить конденсатор фильтра C22 ёмкостью не менее 0,1 мкФ. Для снижения шумов и пульсаций выходного напряжения, которые могут повлиять на точность измерений, между выводами REG и GND необходим конденсатор фильтра C138 ёмкостью не менее 0,47 мкФ.

Рис. 4

Обычно на электрических схемах входы стараются рисовать слева, а выходы — справа, но в большинстве схем Arduino этого правила не придерживаются. Иногда даже не по своей воле, поскольку разработчики используют готовые УГО радиоэлементов из разных библиотек, используемых в САПР при разводке печатных плат.

12. **Ответ — 0**. Микросхемы U4 VL53L1CBV (фирма STM) и U8 SE050C2HQ (фирма NXP) управляются от линий SCL, SDA одного и того же интерфейса I^2C. Тонкость в том, что питающие напряжения у микросхем разные — 1,8 В и 2,8 В. Возникает закономерный вопрос, к какому источнику питания Vx должны подключаться подтягивающие резисторы R18, R19?

Вопрос не праздный, ведь высоким напряжением 2,8 В можно повредить входы микросхемы U8, а низкого напряжения 1,8 В (уровень лог. 1) может не хватить для превышения порога срабатывания микросхемы U4.

Анализ технической документации на микросхемы U4, U8 показывает следующее. Максимально допустимое напряжение для входов SCL, SDA микросхемы U8 составляет VIN + + 0,3 = 1,8 + 0,3 = 2,1 В, следовательно, напряжение Vx должно быть меньше 2,1 В. С другой стороны, минимальное напряжение лог. 1 для интерфейса I^2C микросхемы U4 составляет 1,12 В, следовательно, напряжение Vx должно быть больше 1,12 В. Теперь понятно, что напряжение Vx = 1,8 В является оптимальным выбором для обеих микросхем.

ЛИТЕРАТУРА

1. SMLP34RGB Series. — URL: **https://fscdn.rohm.com/en/products/databook/datasheet/opto/led/chip_multi/smlp34rgb-e.pdf** (10.07.23).
2. IS31FL3194. — URL: **https://www.lumissil.com/assets/pdf/core/IS31FL3194_DS.pdf** (10.07.23).
3. Подключение цифровых PDM-микрофонов к STM32. — URL: **http://microsin.net/programming/arm/interfacing-pdm-digital-microphones-using-stm32-mcu-and-mpu.html** (10.07.23).
4. ANNA-B112. — URL: **https://content.u-blox.com/sites/default/files/ANNA-B112_DataSheet_UBX-18011707.pdf** (10.07.23).
5. GC2145 CSP. — URL: **https://e2e.ti.com/cfs-file/__key/communityserver-discussions-components-files/968/GC2145-CSP-DataSheet-release-V1.0_5F00_20131201.pdf** (10.07.23).



ЗАЩИТИ СОЗДАННОЕ

Поддерживаемые ОС






Dr.Web Security Space
защитит ваш цифровой МИР



Защита от хищений средств

От банковских троянцев, клавиатурных шпионов, хакерских атак во время сессии онлайн-банкинга



Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО



Защита от уязвимостей программ

От эксплойтов, используемых киберпреступниками для проникновений через ошибки в популярных приложениях



Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения



Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств



Защита детей

Родительский контроль

- ✓ **Dr.Web — в едином реестре отечественного ПО**
- ✓ **Круглосуточная техническая поддержка**
- ✓ **Бонус для покупателей — защита для Android**

Техподдержка компании «Доктор Веб»:

https://support.drweb.ru

Сайты компании «Доктор Веб» в социальных сетях:

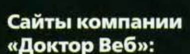
https://www.drweb.ru/user/social







Сайты компании «Доктор Веб»:



https://drweb.ru





125040, Россия, Москва, 3-я улица Ямского поля, вл. 2, корп. 12а
Тел.: +7 495 789-45-87 (многоканальный),
факс: +7 495 789-45-97